



ISSN 1560-5655

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ



НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4
2020



**Национальный центр государственной
научно-технической экспертизы**

**НОВОСТИ НАУКИ
КАЗАХСТАНА**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (147)

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)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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, гл. специалист (Франция)

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Бogenбай 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

КИБЕРНЕТИКА. ИНФОРМАТИКА

Дрозд В.Г. , Спанова Б.Ж. Информационная система предприятий: модель взаимосвязи параметров и показателей комплексной защиты информации предприятия 12

Мамырбаев О.Ж., Шаяхметова А.С., Курманбек Ж.А.
К основным видам разметки текстовых корпусов 24

Мкилима Тимос, Утепов Е.Б. Сочетание ГИС и дистанционного зондирования в качестве инструмента в гражданском строительстве Кейс -Майбаликского водохранилища, Казахстан31

БИОЛОГИЯ

Турмагамбетова А.С., Богоявленский А.П., Соколова Н.С., Омиртаева Э.С., Березин В.Э. Противовирусные свойства мангустина и гартанина 41

Сейдалина А.Б., Кыдырманов А.И., Карамендин К.О., Касымбеков Е.Т., Хан Е.Я., Даулбаева К.Д., Сулейменова С.А., Есентуреева М.О., [Саятов М.Х.] Птичий ортоавулавирус АPMV-13/Белолобый гусь/Северный Казахстан/5751/2013, используемый для приготовления диагностических препаратов 52

ГОРНОЕ ДЕЛО

Игизбаев Р.К., Игизбаев М.К., Игизбаев К.Б. Безопасное и рациональное освоение недр глубокими карьерами 61

Нурлыбаев Р.О. Разработка устройства для очистки внутренней стенки трубопроводов от различного рода отложений и засорений 82

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Абшенов Х.А., Сейдуллаева О.Б., Ергали Қ.Е., Бахрам Ж.С.* Роль модификатора ржавчины на основе отходов гидролизной и масложировой промышленности в обеспечении долговечности и работоспособности техники..... 90
- Машеков С.А., Нугман Е.З., Тусупкалиева Э.А., Машекова А.С.* Динамическое моделирование процесса изготовления прутков на радиально-сдвиговом стане новой конструкции..... 99
- Мырзалиев Д.С., Абзалова Д.А., Сейдуллаева О.Б., Жолбарыс Н.К., Калжигит Б.Е.* Совершенствование системы технической эксплуатации насосных агрегатов 115

СТРОИТЕЛЬСТВО

- Лапин В.А., Ержанов С.Е., Девярых А.А., Алдахов Е.С.* Динамика 25-ти этажного здания при землетрясении в г. Алматы 26 марта 2018 г. 122
- Монтаев С.А., Таудаева А., Монтаева Н.С., Рыскалиев М.Ж.* Разработка составов сырьевой композиции на основе глинистых пород Западного Казахстана для получения эффективных керамических материалов..... 133
- Монтаев С.А., Досов К.Ж., Шингужиева А.Б., Монтаева Н.С.* Влияние дисперсности доменного гранулированного шлака АО «АрселорМиталл Темиртау» на физико-механические свойства керамического дорожного материала 146

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Сидорова В.И., Асылбекова С.Ж., Январева Н.И., Койшибаева С.К., Бадрызлова Н.С.* Экструдированные стартовые комбикорма для тилипии..... 154

<i>Текебаева Ж.Б., Шахабаева Г.С., Сармурзина З.С., Бисенова Г.Н., Уразова М.С., Досова А.Д., Абжалелов А.Б.</i>	
Пробиотики и их применение в аквакультуре	170

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Изтлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Абдуова А., Досбаева А.</i>	
Исследование влияния пестицидов на микроорганизмы почвы	186
<i>Псхацьева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В.</i>	
Комплексное применение пробиотиков и сорбентов в птицеводстве.....	195

ЭКОЛОГИЯ

<i>Утеулин К.Р., Бекешев Е.А., Амрин М.К., Курбатова Н.В., Федорина А.О., Степанова Е.Ю., Алдасугурова Ч.Ж., Атыгаев А.Б.</i>	
Сравнительный анализ анатомической структуры некоторых дикорастущих видов растений, выращенных на почвах загрязненных несимметричным диметилгидразином.....	202
<i>Утеулин К.Р., Бекешев Е.А., Амрин М.К., Курбатова Н.В., Федорина А.О., Степанова Е.Ю., Алдасугурова Ч.Ж., Атыгаев А.Б.</i>	
Биометрические показатели растений дикорастущих видов <i>Agropyron fragie (roth) p. Candary, Stipa sareptana a.beck</i> и <i>Artemisia terra - ALbae krasch</i> в условиях загрязнения почвы несимметричным диметилгидразином.....	214
<i>Садырмекова Н.Б. , Ерсеитова А.У., Есиркепова А.М.</i>	
Опыт Японии в использовании промышленных твердых отходов	224

МАЗМҰНЫ

КИБЕРНЕТИКА. ИНФОРМАТИКА

<i>Дрозд В.Г., Спанова Б.Ж.</i> Кәсіпорындардың ақпараттық жүйесі: кәсіпорын ақпаратын кешенді қорғау параметрлері мен көрсеткіштерінің өзара байланысының моделі.....	12
<i>Мамырбаев О.Ж., Шаяхметова А.С., Курманбек Ж.А.</i> Мәтіндік корпустарды белгілеудің негізгі түрлеріне	24
<i>Мкилима Тимос, Утепов Е.Б.</i> Азаматтық құрылыстағы құрал ретінде ГАЖ және қашықтықтан зондтау үйлесімі. Майбалық - Кейсі су қоймасының, Қазақстан	31

БИОЛОГИЯ

<i>Турмагамбетова А.С., Богоявленский А.П., Соколова Н.С., Омиртаева Э.С., Березин В.Э.</i> Мангустин және гартаниннің вирусқа қарсы қасиеттері.....	41
<i>Сейдалина А.Б., Кыдырманов А.И., Карамөңдин К.О., Касымбеков Е.Т., Хан Е.Я., Даулбаева К.Д., Сулейменова С.А., Есентуреева М.О., Саятов М.Х.</i> Балаулық препараттар әзірлеуге қолданылатын құстардың ортоавулавирус-13/Ақмаңдайлы Қаз/Солтүстік Қазақстан/5751/2013 штамы	52

ТАУ - КЕН ІСІ

<i>Игизбаев Р.К., Игизбаев М.К., Игизбаев К.Б.</i> Жер қойнауын терең карьерлермен қауіпсіз және ұтымды игеру	61
<i>Нурлыбаев Р.О.</i> Құбырлардың ішкі қабырғаларын әр түрлі шөгінділер мен қоқыстардан тазартуға арналған құрылғыны жасау	82

МАШИНА ЖАСАУ

<i>Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Абшенов Х.А., Сейдуллаева О.Б., Ерғали Қ.Е., Бахрам Ж.С.</i> Гидролиз және май өнеркәсібі қалдықтарының негізінде тат модификаторының техниканың беріктігі мен жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етудегі рөлі.....	90
<i>Машеков С.А., Нугман Е.З., Тусупкалиева Э.А., Машекова А.С.</i> Құрылымы жаңа радиальды-ығыстыру орнағында шыбықтарды жасау процесін динамикалық модельдеу	99
<i>Мырзалиев Д.С., Абзалова Д.А., Сейдуллаева О.Б., Жолбарыс Н.К., Калжигит Б.Е.</i> Сорғы агрегаттарын техникалық пайдалану жүйесін жетілдіру.....	115

ҚҰРЫЛЫС

<i>Лапин В.А., Ержанов С.Е., Девярых А.А., Алдахов Е.С.</i> 2018 ж. 26 наурыздағы жер сілкінісі қ. Алматы қаласындағы 25-қабатты ғимараттың динамикасы	122
<i>Монтаев С.А., Таудаева А., Монтаева Н.С., Рыскалиев М.Ж.</i> Батыс Қазақстанның сазды топырақ шикізаттарының композициясы негізінде тиімді керамикалық материалдарды өндіруге арналған керамикалық құрамдарды жасау	133
<i>Монтаев С.А., Досов К.Ж., Шингужиева А.Б., Монтаева Н.С.</i> «АрселорМиттал Темиртау» АҚ-ың түйіршектелген домналық қожының ұнтақтылығы керамикалық жол материалының физика-механикалық қасиеттеріне әсері.....	146

БАЛЫҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Сидорова В.И., Асылбекова С.Ж., Январева Н.И., Койшибаева С.К., Бадрызлова Н.С.</i> Тияпилерге арналған экструдирленген бастапқы құрама жем	154
<i>Текебаева Ж.Б., Шахабаева Г.С., Сармурзина З.С., Бисенова Г.Н., Уразова М.С., Досова А.Д., Абжалелов А.Б.</i> Пробиотиктер және оларды аквамәдениетте қолдануы.....	170

АУЫЛ ЖӘНЕ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Изтлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Абдуова А., Досбаева А.</i> Пестицидтердің жылыжайдағы топырақ микроорганизмдеріне әсерін зерттеу	186
<i>Псхацьева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В.</i> Пробиотик және сорбенттердің комплекс қолданылуы польшада	195

ЭКОЛОГИЯ

<i>Утеулин К.Р., Бекешев Е.А., Амрин М.К., Курбатова Н.В., Федорина А.О., Степанова Е.Ю., Алдасугурова Ч.Ж., Атыгаев А.Б.</i> Симметриялық емес диметилгидразинмен ластанған топырақта өсетін және өсімдіктердің кейбір жабайы түрлерінің анатомиялық құрылымын салыстырмалы талдау	202
---	-----

<i>Утеулин К.Р., Бекешев Е.А., Амрин М.К., Курбатова Н.В., Федорина А.О., Степанова Е.Ю., Алдасугурова Ч.Ж., Атыгаев А.Б.</i> Топырақтың асимметриялық диметилгидразинмен ластануы жағдайында <i>Agropyron fragie (roth) p. Candary, Stipa sareptana a.beck</i> және <i>Artemisia terra - Albae krasch</i> жабайы өсімдіктердің биометриялық көрсеткіштері	214
--	-----

<i>Садырмекова Н.Б., Ерсеитова А.У., Есиркепова А.М.</i> Өнеркәсіптік қатты қалдықтарды пайдаланудағы жапон елінің тәжірибесі	224
---	-----

CONTENT

CYBERNETICS. INFORMATICS

<i>Drozhd V.G., Spanova B.J.</i> External Information system of enterprises: model of relationship between parameters and indicators for the comprehensive protection of enterprise information.....	12
<i>Mamyrbayev O.Zh., Shayakhmetova A.S., Kurmanbek Zh.A.</i> Main types of markup for text corpora of information resources	24
<i>Mkilima Timothy, Utepov Ye.B.</i> Combination of GIS and remote sensing as a tool in civil engineering. A case of maibalyk reservoir, Kazakhstan.....	31

BIOLOGY

<i>Turmagambetova A.S., Bogoyavlenskiy A.P., Sokolova N.S., Omirtaeva E.S., Berezin V.E.</i> Antiviral properties of mangosteen and gartanin.....	41
<i>Seidalina A.B., Kydyrmanov A.I., Karamendin K.O., Kassymbekov Ye.T., Khan E.Ya., Daulbaeva K.D., Suleimenova S.A., Yessentureyeva M.O., Sayatov M.Kh.</i> Avian orthoavulavirus 13 / White-Fronted Goose / Northern Kazakhstan / 5751/2013, used for preparation of diagnostic preparations	52

MINING

<i>Igizbaev R.K., Igizbaev M.K., Igizbaev K.B.</i> Safe and rational development of the bowels of the earth by deep quarries.....	61
<i>Nurlybayev R.O.</i> Development of a device for cleaning the inner wall of pipelines from various types of deposits and blockages	82

MECHANICAL ENGINEERING

- Abzalova D., Myrzaliyev D.S., Abshenov H.A., Seydullaeva O.B., Yergali K.E., Bahram Zh.S.* The role of the tat modifier in ensuring the strength and performance of equipment based on hydrolysis waste and fat and oil industry 90
- Mashekov S.A., Nugman E.Z., Tusupgalieva E.A., Masheкова A.S.* Dynamic modeling of rods production on the radial-shift mill of a new design 99
- Myrzaliyev D.S., Abzalova D.A., Seydullaeva O.B., Zholbarys N.K., Kalzhigit B.E.* Improving the system of technical operation of pumping units..... 115

CONSTRUCTION

- Lapin V.A., Yerzhanov S.Y., Devyatykh A.A., Aldakhov E.S.* Dynamics of the 25-ти floor building Almaty c. in earthquake of March 26, 2018 y. 122
- Montayev S.A., Taudaeva A., Montayeva N.S., Ryskaliyev M.Zh.* Development of compositions of raw material composition based on clay rocks of Western Kazakhstan for producing effective ceramic materials 133
- Montayev S.A., Dosov K.Zh., Shinguzhiyeva A.B., Montayeva N.S.* Influence of the dispersity of the burned granulated slag of JSC “ArselorMittal Temirtau” on the physical and mechanical properties of ceramic road material 146

FISH INDUSTRY

- Sidorova V.I., Asylbekova S.Zh., Yanvareva N.I., Koishibaeva S.K., Badryzlova N.S.* Extruded starter compound feeds for tilapia 154
- Tekebayeva Zh.B., Shakhabayeva G.S., Sarmurzina Z.S., Bissenova G.N., Urazova M.S., Dossova A.D., Abzhalelov A.B.* Probiotics and their application in aquaculture 170

AGRICULTURE AND FORESTRY

Iztleuov G.M., Dayrabaeva A.Zh., Zhaksybek K.K., Abduova A., Dosbaeva A. Determination of the influence of pesticides on soil micro-organisms..... 186

Pskhatsieva Z.V., Kairov V.R., Bulatseva S.V. Complex application of probiotics and sorbents in poultry..... 195

ECOLOGY

Uteulin K.R., Bekeshev E.A., Amrin M.K., Kurbatova N.V., Fedorina O.A., Stepanova E.Yu., Aldasugurova Ch. Zh., Atygaev A.B. Comparative analysis of the anatomical structure of some wild plant species and those grown on soils contaminated with asymmetric dimethylhydrazine..... 202

Uteulin K.R., Bekeshev E.A., Amrin M.K., Kurbatova N.V., Fedorina O.A., Stepanova E.Yu., Aldasugurova Ch.Zh., Atygaev A.B. Biometric indicators of plants of wild species *Agropyron fragie* (roth) p. Candary, *Stipa sareptana* a. beck and *Artemisia terra-ALbae krasch* in conditions of soil contamination with asymmetric dimethylhydrazine 214

Sadyrmekova N.B., Erseitova A.U., Esirkepova A.M. Japan's experience in using industrial solid waste 224

КИБЕРНЕТИКА. ИНФОРМАТИКА

МРНТИ 28.27.27, 81.93.29

В.Г. Дрозд¹, Б.Ж. Спанова¹

¹Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, г. Караганда, Казахстан

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЙ: МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Проводится рассмотрение использования системного подхода на этапе анализа рисков информационной безопасности предприятия, описывается состав и определяются приоритеты выбранных средств защиты. Выполнено описание процедурных вопросов построения модели взаимосвязи параметров информационной системы и показателей обеспечивающих комплексную защиту информации на предприятии. Подтверждено, что создавая систему защиты информации, обеспечивается снижение затрат при угрозах информационного вмешательства. Также, решение стратегических задач IT-безопасности связаны с обеспечением конкурентоспособности и повышением адаптивности к рынку. Создание систем защиты на базе модельных экспериментов учитывающих взаимосвязи параметров и показателей комплексной защиты информации бизнес-процессов на предприятии экономически эффективно и целесообразно.

Ключевые слова: защита информации, информационные технологии, информационная безопасность, защита данных, IT системы.

• • •

Түйіндеме. Кәсіпорынның ақпараттық қауіпсіздігінің тәуекелдерін талдау кезінде жүйелік тәсілді қолдану қарастырылады, құрамы сипатталады және таңдалған қорғаныс құралдарының басымдықтары анықталады. Ақпараттық жүйенің параметрлері мен кәсіпорындағы ақпаратты жан-жақты қорғауды қамтамасыз ететін көрсеткіштердің өзара байланысы моделін құрудың процедуралық мәселелерінің сипаттамасы жасалды. Ақпаратты қорғау жүйесін құра отырып, ақпараттық араласу қатерлері кезінде шығындарды азайту қамтамасыз етілетіні расталды. Сондай-ақ, IT-қауіпсіздіктің стратегиялық міндеттерін шешу бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз етумен және нарыққа бейімділікті арттырумен байланысты. Кәсіпорындағы бизнес-процестердің ақпаратын кешенді қорғаудың параметрлері мен көрсеткіштерінің өзара байланысын ескере отырып, модельдік эксперименттер негізінде қорғаныс жүйелерін құру қажеттілігі экономикалық тиімді және орынды.

Түйінді сөздер: ақпаратты қорғау, ақпараттық технологиялар, Ақпараттық қауіпсіздік, деректерді қорғау, IT жүйелер.

Abstract. This article reviews application of systematic approach on the stage information security risks analysis in industrial settings, and describes procedural issues of building a model on interrelation of information system parameters and indicators that provide comprehensive information protection. It is confirmed that by creating an information security system, help to reduce costs in case of threats to information interference. In addition, the solution of strategic tasks of IT security is associated with ensuring competitiveness and increasing adaptability to the market. The need to create security systems based on model experiments that take into account the relationship between parameters and indicators of integrated information protection of business processes at the enterprise is cost-effective and expedient.

Keywords: information protection, information technology, information security, data protection, IT systems.

Введение. Защита информации действующих субъектов рыночной экономики, которыми выступают предприятия страны, в настоящее время представляет собой одно из трендовых направлений по обеспечению безопасности не только отдельного субъекта экономики, а также государства и общества в целом. Существующие проблемы различных аспектов безопасности, с дальнейшим развитием информационно-коммуникационных технологий, приобретают все более актуальное значение. Возникающие в этой связи нарушения информационной безопасности на предприятиях могут выражаться большими финансовыми потерями. Зарубежный опыт в области защиты интеллектуальной собственности, а так же и отечественный опыт в защите государственных секретов, показывают, что только комплексная защита может быть весьма эффективной. И именно это обстоятельство, наряду с правовыми и инженерно-техническими методами, определяет особое внимание к вопросам, рассматривающим изучение методов организации защиты информации, первостепенной составляющей в триаде комплексного обеспечения информационной безопасности.

Организационную защиту информации можно характеризовать как процедурную регламентацию взаимоотношений исполнителей и производственной деятельности на нормативно-правовой основе таким образом, что вероятность несанкционированного доступа к информации, обладающей уровнем конфиденциальности существенно затрудняется или становится невозможной за счёт организации и проведения соответствующих организационных мероприятий. Таким

образом, правовое направление затрагивает формирование совокупности нормативно-правовых документов, законодательных актов, положений, инструкций, руководств, требования которых выступают обязательными в отведенных рамках сферы их деятельности в системе защиты информации. Организационные мероприятия, по мнению многих ведущих специалистов, имеют существенное значение при создании надежного механизма защиты информации, так как имеющиеся возможности для несанкционированного использования конфиденциальных данных в значительной мере определяются злоумышленными действиями, нерадивостью, небрежностью и халатностью персонала обеспечивающего защиту или пользователей, а не техническими аспектами. Поэтому, воздействие подобных аспектов практически невозможно исключить программно-математическими методами, техническими средствами и физическими мерами.

К подобным организационно-структурным мероприятиям можно отнести:

- комплекс мероприятий, проводимых на этапах проектирования, строительства и оборудования служебных и производственных зданий и помещений. Данные мероприятия дают возможность исключить потенциальные попытки для тайного проникновения как в помещения организации, так и на территорию предприятия; организация самостоятельных производственных зон по принципу конфиденциальности работ с самостоятельными системами доступа и т.п.; организация качественных удобств проходного контроля и проезда транспорта, перемещения людей и иных средств передвижения;

- комплекс мероприятий, проводимых в период набора персонала, включающие в себя процедурные этапы по ознакомлению с сотрудниками, обучение правилам работы с соответствующей конфиденциальной информацией, информирование о мерах ответственности за нарушение установленных правил защиты информации и пр.;

- обеспечение надёжного контроля и пропускного режима посетителей;

- организация сохранности различного рода документов и физической безопасности самих носителей конфиденциальной информации, придерживаясь порядка выработанных процедур учёта, выдачи, исполнения и возвращения носителей конфиденциальной информации;

- эффективная организация охраны территории и помещений предприятия;

– создание условий для постоянного обучения и переобучения сотрудников;

– организация процедур защиты конфиденциальной информации: проведение систематического контроля за работой персонала с информацией, назначение ответственного лица за защиту информации в конкретных производственных коллективах, контроль за порядком учёта, хранения и уничтожения конфиденциальных документов и т.д.

Методы исследования. В процессе проверки проводилось исследование информационной системы организации в соответствии с формальной моделью, которая приведена на рисунке 1.

1. Уровень риска от реализации угроз информационной безопасности предприятия, в целом, может определяться при рассмотрении всех составляющих, т.е. описания системы защиты ресурсов и показателей вероятности реализации каждой угрозы;

2. Угрозы по обеспечению доступности: саботирование трудовых процессов; физическая порча серверов (оборудования); кража или потеря информации на резервных носителях; нарушение своевременности и адресности информационного обмена; нарушение и вывод из строя линий связи; нарушение процедур системы контроля и управления доступом; нарушение процессов передачи информации между подразделениями предприятия;

3. Угрозы по обеспечению целостности: выявление сбоя целостности данных в БД; ввод сотрудниками предприятия неверных данных или преднамеренное искажение информации; в случае отсутствия резервных копий предоставляется возможность восстановления критически важной информации; замена информации на носителях данных; искажение целостности программной среды, в том числе изменение настроек программного обеспечения; в результате пожара и других чрезвычайных ситуаций потеря информации.

Часть угроз имеет отношение к нарушению двух из трех или всех трех вышеуказанных качеств информации и информационных систем: возникновение техногенных аварий; обнаружение несанкционированного доступа путем использования чужих атрибутов разграничения доступа; попадание посторонних в защищенное помещение; нецелевое использование программно-аппаратных средств сотрудниками организации; злоупотребление полномочиями; несанкционированный доступ к информации сотрудниками организации; технические сбои в работе систем сигнализации и охраны; заражение компьютерными вирусами и внедрение в информационную систему вредоносных программ; не-

санкционированный доступ к ресурсам операционной системы; порча оборудования технических средств охраны.



Рисунок 1 - Модель взаимосвязи параметров информационных систем и показателей экономической эффективности системы защиты информации

Инженерно-техническое направление скомбинировано на базе программно-аппаратных средств защиты конфиденциальной информации. Аппаратные средства включают механические, электромеханические, оптические, радио- и радиотехнические, лазерные, электронные, радиолокационные и ряд других устройств, сооружения и системы, которые предназначены для обеспечения безопасности и защиты информации.

Данные средства защиты используются непосредственно для решения следующего ряда задач:

- препятствия дистанционному подслушиванию и визуальному наблюдению;
- нейтрализации вредных «наводок» и электромагнитных излучений;
- защиты информации, передаваемой в системах автоматизированной обработки информации и средствах связи;
- выявления технических средств магнитной записи и подслушивания.

На текущий период, зависимость казахстанской экономики от поставок программного обеспечения, оборудования и сервисов из-за рубежа повышает риски роста издержек на формирование и обслуживание казахстанской ИТ-инфраструктуры, которая призвана поддерживать информационную безопасность предприятий Казахстана. Как отражают статистические данные, общий объем затрат на информационные технологии в Казахстане в 2016 г. составил 375600,4 млн. тенге. В сравнении с 2015 г. общий объем финансирования сферы ИТ увеличился на 37%, в сравнении с 2012 г. – на 43%. В проводимом исследовании, на базе данных официальной статистики, выполним прогнозирование этих данных на перспективный период, которое наглядно продемонстрирует динамику развития показателя «Настройка программного обеспечения, включая изменение в операционную систему или программы по обеспечению безопасности реализуемые субъектами экономики РК». Статистические значения показателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Компьютерные действия членов экономических субъектов РК в процентах

	2015	2016	2017
Настройка ПО, включая изменение в операционную систему или программы по обеспечению безопасности	7,9	10,9	12,2

*Примечание: составлено на основе статистических данных (Статистический сборник «Развитие связи и информационно-коммуникационных технологий в РК»)

Выполним количественный анализ прогнозирования используя формализованный метод, который основывается на статистическом информационном материале методом экстраполяции по аналитическому выравниванию тренда. Подобный расчет прогнозных значений, базируется на экстраполяции рядов динамики, который можно представить в виде функции:

$$Y_{t+l}^* = f(y_i, l, a_j) \quad (1)$$

где Y_{t+l}^* - расчетное прогнозируемое значение ряда динамики; y_i – текущий уровень ряда, который принят за основу экстраполяции; l – значение упреждающего периода; a_j – параметр из уравнения тренда.

Линейную трендовую зависимость можно получить, произведя сглаживание временного ряда используя метод наименьших квадратов:

$$\hat{Y}_t = f(t) \quad (2)$$

Экстраполяция дает возможность расчетным путем получить точечное значение прогноза, т. е. количественную оценку прогнозируемого показателя в точке по уравнению, которое описывает тенденцию прогнозируемого показателя. Экстраполяция реализована путем подстановки в уравнение тренда значения независимой переменной t , соответствующей величине прогноза (периода упреждения). Величина тесноты связи расчетного показателя с фактором определялась посредством коэффициента корреляции. Корреляционная зависимость между последовательными уровнями временного ряда называется автокорреляцией уровней ряда. Количественно её можно измерить с помощью линейного коэффициента корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени.

Одна из рабочих формул для расчёта коэффициента автокорреляции имеет вид:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_j - \bar{x})^2 \sum (y_j - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

где, в качестве переменной x рассматривается ряд y_2, y_3, \dots, y_n ; в качестве переменной y – ряд y_1, y_2, \dots, y_{n-1} .

Проиллюстрируем использование этого метода на примере прогнозирования исследуемого показателя за период 2015-2017гг. Расчетные значения, характеризующие полученную трендовую модель приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Уравнение трендовой модели прогнозируемого показателя, характеризующего компьютерные действия членов экономических субъектов РК, в период 2015-2017 гг.

	Уравнение трендовой модели	Средне квад. ошибка оценки	Кэфф.-т детерм., R^2
Настройка программного обеспечения, включая изменение в операционную систему или программы по обеспечению безопасности	$Y_t = 6,033 + 2,15t$	0,4	0,950

* Таблица составлена на основе расчета

Полученная модель, на базе которой осуществлялся прогноз, с полученными характеристиками уравнения, позволяет утверждать,

что при сохранении сформировавшихся закономерностей развития прогнозируемой величины они попадают в расчетное значение выявленной тенденции изменения показателя. Результаты прогнозных значений приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Прогнозные значения прогнозируемого показателя, на период 2018-2019гг., %

	2019г	2020г
Настройка программного обеспечения, включая изменение в операционную систему или программы по обеспечению безопасности	14,3	16,2

* Таблица составлена на основе расчета

Можно отметить, что прогнозные значения, полученные на основе однофакторного уравнения регрессии от временного тренда, совпадают в пределах допустимой погрешности. Для обеспечения защиты коммерческих секретов предприятия формируют собственные службы безопасности, важной предпосылкой для создания которых является разработка их структуры, состава, положений о подразделениях и должностных инструкций для руководящего состава и сотрудников. Служба безопасности предприятия выступает как самостоятельная организационная единица, подчиняющаяся непосредственно руководителю предприятия. Подобная структура управления системой безопасности, обладающая строгой вертикалью, характерна для области обеспечения безопасности, где требуется определённость, строгие границы, регламентация отношений на всех уровнях – от рядового сотрудника до менеджеров высшего звена. Как показывает практический опыт, только на предприятиях, где вопросы безопасности находятся под постоянным контролем руководителя предприятия, достигаются наиболее высокие результаты. Возглавляет службу безопасности начальник службы в должности заместителя руководителя предприятия по безопасности. При этом руководитель СБ должен обладать максимально возможным кругом полномочий, позволяющим ему влиять на другие подразделения и различные области деятельности предприятия, если этого требуют интересы безопасности.

При организации и реализации политики безопасности всех уровней нужно придерживаться того, что разработанная политика безопасности на нижнем уровне должна быть тождественно соответствующей политике безопасности, приведенной на верхнем уровне. При этом в положении политики безопасности должны быть приведены правила, не имеющие двойного смысла и они должны быть понятными для сотрудников предприятия. Важ-

нейшее значение для защиты информации на предприятии имеет политика безопасности, представленная в виде логически и семантически связанных, формируемых и анализируемых структур данных, применяемых для защиты информации на всех уровнях функционирования предприятия. Проведём рассмотрение основных составляющих политики информационной безопасности предприятия. Под защитой, в данном случае, подразумевается использование организационных мероприятий. С помощью внедрения политики информационной безопасности на предприятиях выполняют внешний и внутренний аудит защиты информации, результаты которого применяются для расчета уровня эффективности, используемых методов и средств защиты. В свою очередь, положительная динамика выступает в виде подстройки мероприятий с использованием полученных результатов от проведенного тестирования и мониторинга [1]. Реализуемая политика безопасности в процессе функционирования предприятия постоянно обновляется. При этом все внесенные изменения следует постоянно сравнивать с теми методами и средствами, которые уже используются. Основные составляющие политики информационной безопасности предприятия можно отразить в виде схемы, которая приведена на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, в политике информационной безопасности отражены взаимосвязанные последовательные этапы организации информационной безопасности предприятия, которые описаны процедурами, позволяющими систематизировать и эффективно решать поставленные задачи для того, чтобы достичь требуемого уровня защиты данных.

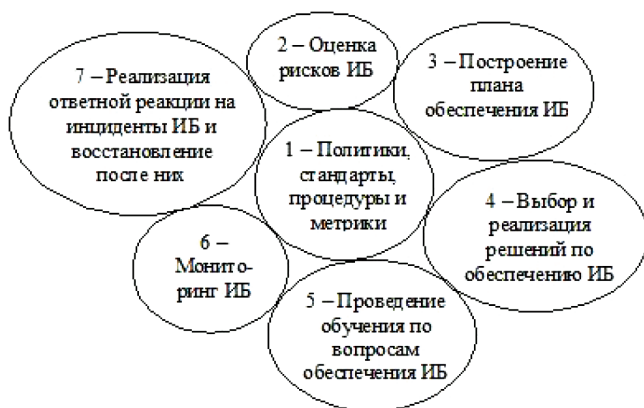


Рисунок 2 - Основные составляющие политики информационной безопасности предприятия

На самом первом этапе необходимо очертить границы, в рамках которых будет действовать политика информационной безопасности предприятия, определить критерии для оценки результатов. На следующем этапе проводится анализ рисков, описывается состав и определяются приоритеты выбранных средств защиты с распределением их по степени важности. Проводится идентификация уязвимости активов предприятия и определяются возможный ущерб. Полученные результаты анализа рисков информационной безопасности предприятия, как правило, применяются как исходный материал для планирования работы системы информационной безопасности, выбора наиболее эффективной стратегии и тактики. Для повышения эффективности политики безопасности применяются такие приёмы как групповое определение объектов безопасности, косвенное определение с использованием верительных атрибутов и мандатное управление доступом. Многими предприятиями применяется глобальная и локальная политики безопасности, которые базируются на принципах управления безопасностью информации.

В качестве критериев оценки работы СЗИ могут выступать такие категории, как пригодность и оптимальность. Категорию «пригодность» можно оценить выполнением требований, относящихся к данной системе, категорию «оптимальность» можно оценить при принятии одной из характеристик экстремального значения [2]. Гораздо сложнее обстоит ситуация, когда появляется несколько характеристик, и по каждой необходимо достижение экстремального значения. Тогда приходится обращаться к сложным методам, которые получают интегрированные сводные показатели. Выборку критерия проводят после изучения целей системы защиты. Имеется ряд определений, согласно которых под эффективностью функционирования системы защиты информации понимается уровень соответствия результатов поставленной цели [3]. Но для сравнительных характеристик работы СЗИ важна и количественная оценка эффективности.

В своей работе, С.В. Домарев дает рекомендацию, как использовать при расчёте эффективности СЗИ системный подход [4]. При изучении системы защиты информации кажется вполне логичным применение системного подхода, который предполагает, что объект воспринимается как система. Примененный подход демонстрирует целостность объекта, связи с внешними факторами, внутреннюю структуру объекта. При этом предполагается также проведение анализа общих элементов, а затем, переходящий к частным элементам. Оценочные составляющие системы защиты информации организу-

ются по трём векторным направлениям: «основы», «направления», «этапы». Каждый из этих векторов сочетает в себе набор из четырех, пяти и семи элементов соответственно. Перемножение данных векторов образует матрицу, включающую в себя 140 вопросов, на которые требуется готовить ответы. В качестве ответов выступает набор требований к системе защиты информации.

Для формирования объективной оценки характеризующей состояния защищенности информационной системы предприятия, проверка должна проводиться независимыми от объекта специалистами. Результаты проверки могут служить исходными данными для количественной оценки качества систем защиты информации, в том числе и ее экономической эффективности [4,5]. Исходя из этого, многие предприятия страны относятся к финансовым вложениям в информационную безопасность как к виду инвестиций. На этом основании, можно ожидать конкретные результаты от построения системы защиты информации, окупаемость этих инвестиций и возможность оценки их эффективности. Основным экономическим эффектом, на который делает ставку предприятие, создавая систему защиты информации, выступает снижение затрат при реализации угроз информационной безопасности. Получить освобождение средств и снизить затраты можно в случае, если относится к этим выделениям средств на информационную безопасность только как к затратам. Однако, в перспективе это может отдалить предприятие от решения стратегических задач, которые связаны с обеспечением конкурентоспособности, повышением адаптивности к рынку, так как информационная безопасность оказывает влияние на эти процессы.

Выводы. Таким образом, потребность разрешения существующих противоречий в теории и практике создания систем защиты информации на базе модельных экспериментов учитывающих взаимосвязи параметров и показателей комплексной защиты информации бизнес-процессов на предприятии экономически эффективна и целесообразна.

Список литературы

1 *Аверченков, В. И.* Организационная защита информации : учебное пособие для вузов / В. И. Аверченков, М. Ю. Рытов. – Москва : Изд-во «ФЛИНТА», 2011. – 184 с.

2 *Основы организованного обеспечения информационной безопасности объектов информатизации / С. Н. Сёмкин, Э. В. Беляков, С. В. Гребенев, В. И. Козачок.* – Москва : Изд-во «Гелиос АРВ», 2005.

3 Основы информационной безопасности : учебное пособие для вузов / Е. Б. Белов, В. П. Лось, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2006. – 544 с.

4 Организационно-правовое обеспечение информационной безопасности : учебное пособие / А. А. Стрельцов, В. С. Горбатов, Т. А. Полякова [и др.]; под ред. А. А. Стрельцова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.

5 Мельников, П. В. Информационная безопасность и защита информации / П. В. Мельников, С. А. Клейменов, А. М. Петраков. – 6-е изд. – Издательский центр «Академия», 2012.

Дрозд В.Г. – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: vgdrozd@mail.ru

Спанова Б.Ж. – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: sbg789@mail.ru

О.Ж. Мамырбаев¹, А.С.Шаяхметова¹, Ж.А. Курманбек²

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

²Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

К ОСНОВНЫМ ВИДАМ РАЗМЕТКИ ТЕКСТОВЫХ КОРПУСОВ

Аннотация. В исследовании рассматриваются разработка корпусов современного веб-контента казахского, русского и английского языков, а также модель грамматического выражения идентичности смысла факта побуждения к действию в английском языке и технологии автоматической экстракции синонимичных пар коллокаций из текстов корпусов. Актуальным для решения различных производственно-хозяйственных задач является развитие технологии поиска, извлечения и анализа криминально-значимой информации из массивов неструктурированных и слабоструктурированных данных.

Ключевые слова: автоматическая обработка естественного языка, корпус текстов, криминально-значимая информация.

• • •

Түйіндеме. Зерттеуде қазақ, орыс және ағылшын тілдерінің заманауи веб-контентінің корпустарын әзірлеу, сондай-ақ ағылшын тіліндегі іс-әрекетке итермелеу фактісі мәнінің грамматикалық сәйкестілігінің моделі және корпус мәтіндерінен синонимдік коллокация жұптарын автоматты түрде экстракциялау технологиясы қарастырылады. Әр түрлі өндірістік және экономикалық мәселелерді шешудің өзекті мәселесі құрылымданбаған және нашар құрылымдалған мәліметтер массивінен қылмыстық маңызды ақпаратты іздеу, алу және талдау технологиясын дамыту болып табылады.

Түйінді сөздер: табиғи тілді автоматты түрде өңдеу, мәтіндер корпусы, қылмыстық маңызды ақпарат.

• • •

Abstract. The research examines the development of modern web content corpora in Kazakh, Russian and English, as well as the model of grammatical expression of the meaning identity of the fact that prompts to action in English and the technology of automatic extraction of synonymous collocation pairs from the texts of the corpora. The development of technology for searching, extracting and analyzing forensically meaningful information from unstructured and weakly structured data is relevant for solving various industrial and economic problems.

Keywords: automatic natural language processing, corpus of texts, criminally significant information.

Введение. В последние десятилетия, в связи с распространением сетевых компьютерных технологий, мобильной связи и Интернета, информационные ресурсы современного общества подвергаются растущему числу угроз, чреватых экономическим ущербом и ставящих под угрозу безопасность национальной информационной инфраструктуры. Подобным атакам подвергаются как государственные, так и коммерческие системы, в то время как рост криминальной активности в глобальных сетях (в таких формах, как финансовые мошенничества, нарушения авторского права, распространение детской порнографии, хакерство и т.д.) создаёт угрозы безопасности личности и общества в целом [1]. Таким образом, открытость глобальной сети обуславливает её большую уязвимость от преступных посягательств. Чем больше расширяется Интернет, тем больше сетевых преступлений регистрируется. Кроме того, благодаря компьютерным сетям насильственный экстремизм может глобально распространяться, сохраняя низкую стоимость и высокую скорость. В тоже время, открытость и глобальность Интернета, представляющего собой всемирную телекоммуникационную сеть, создают огромные потенциальные возможности для криминалистов и работников правоохранительных органов. Существующие в настоящее время технологии обработки текстов позволяют специалистам по анализу разведывательных данных и полиции осуществлять превентивную обработку текстовых данных компьютерной сети, собирая, соединяя и анализируя ‘слабые сигналы’ или ‘цифровые следы’ огромных текстовых массивах, которые присутствуют в Интернете. В некоторых случаях такой анализ может помочь обнаружить потенциал противоправного действия прежде, чем оно будет осуществлено. В то же время, одной из главных проблем такой превентивной обработки текстов, наряду с громадным объемом информации Интернет, подлежащей анализу [2], является проблема слабой «окрашенности» криминальных текстов для использования традиционно принятых подходов классификации, кластеризации и выделения шаблонов NaturalLanguageProcessing (NLP). Разработка моделей и методов поиска и анализа криминально значимой информации в неструктурированных и слабоструктурированных текстовых массивах является актуальной научно-практической проблемой.

Постановка задачи формируется следующим образом: разрабатывается информационно-лингвистическая технология автоматического определения, выделения, поиска и анализа криминально значимой составляющей в неструктурированных и слабоструктуриро-

ванных тестовых массивах различных языков. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- разработать и аннотировать корпуса текста казахского и русского языков социальных сетей и веб-медиа;
- разработать технологию поиска семантически близких коротких фрагментов текста.

Разработка и аннотирование корпусов текстов казахского и русского языков социальных сетей и веб-медиа. Разрабатываемый корпус казахских и русских текстов Веб-медиа представляет собой файловую структуру, показанную на рисунке 1.

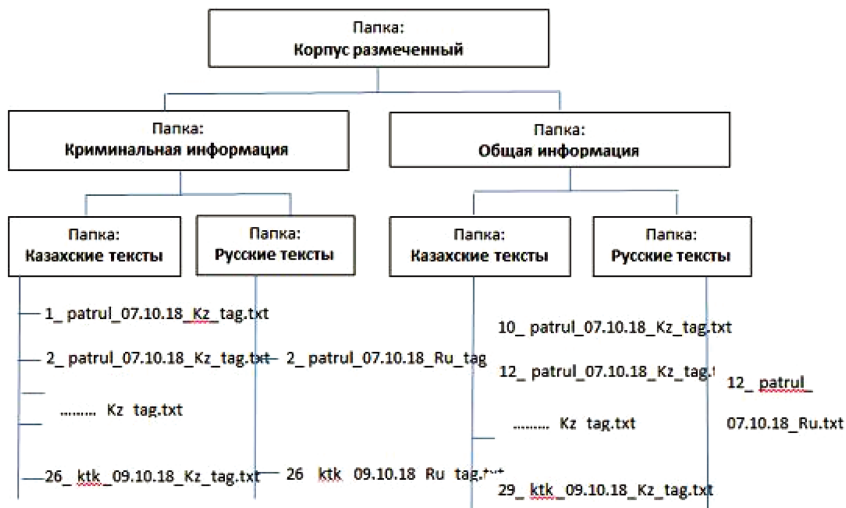


Рисунок 1 - Файловая структура разрабатываемого корпуса

Имя текстового файла должно соответствовать шаблону: *порядковыйНомер_названиеАгентства_дата_язык_tag|row.txt*

Например, размеченный текстовый файл порядкового номера 49 на казахском языке, полученный на сайте информационного агентства partrul седьмого сентября 2018 г. должен иметь имя: 49_partrul_07.09.18_Kz_tag.txt. Критериями оценки текстового корпуса, помимо его репрезентативности и размера, является используемая система разметки и правильность кодирования метаданных корпуса. Разметка представляет собой добавление в текстовый корпус некоторой дополнительной лингвистической информации. Эта информация

может быть морфологическая (POS-tagging), синтаксическая, семантическая и т.д.

Структурная разметка разрабатываемого корпуса включает следующие теги:

а) заголовок текста выделяется тегом: `<head type=main>заголовок</head>`

б) если в тексте есть подзаголовки они выделяются тегами: `<head type=h1>заголовок</head>`

с) дата публикации выделяется: `<date></date>`

д) сайт информационного Веб-агенства, откуда взят текст, выделяется тегом: `<site></site>`

е) если есть автор, то он отмечается тегом: `<author>автор </author>`

При разработке tagset учитывались критерии выбора меток: краткость (conciseness) – короткие метки более удобны, чем более подробные и, соответственно, длинные; понятность (perspicuity) – легко интерпретируемые метки; анализируемость (analysability) – метки должны легко декомпозироваться на логические части, как легко читаемые при машинной обработке, так и понимаемые человеком.

Технология поиска семантически близких коротких фрагментов текста. Слова, описывающие преступные деяния, имеют свою специфику и часто именно они являются индикативным признаком, по которому осуществляется отбор документов, предназначенных для последующей аналитической обработки. Понятны словосочетания: ножевое ранение, признаки насилия, огнестрельное ранение, взрывчатое вещество, наркотическое вещество, угон автомобиля, завладение имуществом, умышленный поджог, кража денег и т.п. Однако, иногда интересно выявить менее привычные, но более эффективные сочетания слов для поиска криминально значимой информации, например, «винт солянка». Каждое из приведенных словосочетаний у профессиональных работников правоохранительной системы вызывает ассоциации с определенным видом преступления, а, следовательно, их наличие в тексте требует, по крайней мере, глубокого изучения этого текста. В рамках семантико-синтаксического подхода коллокации (устойчивые словосочетания) рассматриваются как синтаксически связанные, лексически определённые элементы грамматических структур, которые характеризуются семантической, синтаксической и дистрибутивной регулярностью.

Как показывают проведенные исследования, в криминально значимых текстах особый интерес представляют именные коллокации. По-

этому на первом этапе обработки массива разнородных текстов необходимо выделить именные словосочетания, используемые в качестве объектов или характеристик данных объектов, которые определяются через взаимное информационное влияние слов в предложении. При этом анализируются только предложения, подчиняющиеся закону проективности, то есть предложения «делового стиля». Содержательный смысл условия проективности предложения состоит в том, что синтаксически связанные слова близки друг к другу и по положению в предложении. Например, именная группа может быть образована только из смежных слов. Проективность не допускает разрыва именной группы [3]. Интерес представляет не только выделение коллокаций в тексте, но и поиск синонимичных коллокаций, обозначающих близкие понятия. В последние несколько лет растёт число исследований, связанных с семантическим подобием различных по уровню текстовых элементов (слов, словосочетаний, коллокаций, коротких текстовых фрагментов различной длины). Это связано, прежде всего, с расширением границ использования семантически близких фрагментов текста в различных NLP-приложениях. Вторая причина роста интереса к идентификации семантически сходных элементов в текстах заключается в ежедневной публикации в социальных сетях миллиардов небольших текстовых сообщений, каждое из которых состоит из 30-40 слов, в то время как традиционные популярные алгоритмы, такие, как, например, Tf-Idf не работают на текстах такого размера [4]. Для текстов такой длины часто необходимы алгоритмы, отличающиеся от статистических.

Далее, на рисунке 2 показана структурная схема используемой технологии, включающая несколько шагов. На первом этапе для того, чтобы правильно разметить обрабатываемые тексты применяется POS-tagging и UDпарсер. Основной причиной использования парсера UD является то, что его древовидные структуры централизованно организованы вокруг понятий субъекта, объекта, клаузуального дополнения, определителя существительного, модификатора существительного и т. д. Поэтому синтаксические отношения, соединяющие слова предложения друг с другом, которые определяются UD парсером, могут выражать семантический контент, необходимый для получения семантических характеристик коллокантов. Мы используем шесть типов синтаксической разметки (compound, nmod, nmod:possobj, obj (dobj), amod и nsubj) из имеющихся грамматических отношений UD, для выделения направленных отношений между двумя существительными, глаголом и существительным и существительным и прилагательным.

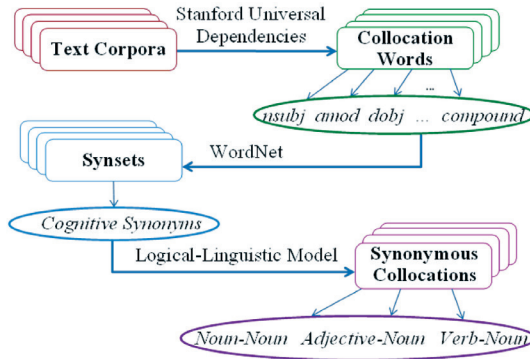


Рисунок 2 – Структурная схема технологии поиска семантически близких коллокаций

На следующем этапе для формализации семантически сходных фрагментов текста посредством конъюнкции грамматических и семантических характеристик коллокантов используется разработанная логико-лингвистическая модель [5-7]. Семантико-грамматические характеристики определяют роль слов в субстантивных, атрибутивных и вербальных коллокациях. В модели множество грамматических и семантических характеристик слов коллокаций определяется двумя предметными переменными a_i и c_i . Во всех трех типах коллокаций возможные грамматические и семантические характеристики для главного слова коллокации определяются через предикат $P(x)$, а возможные грамматические и семантические характеристики зависимого слова коллокации определяются предикатом $P(y)$. Двухместный предикат $P(x,y)$ описывает бинарное отношение, определенное на декартовом произведении $P(x)*P(y)$ и определяет корреляцию семантической и грамматической информации первого x и второго y слов коллокации:

$$P(x, y) = (x^{NSubAg} \vee x^{NSubOfAg} \vee x^{VTr}) (y^{NObjAtt} \vee y^{NObjPac} \vee y^{AAtt} \vee y^{APr}) \quad (1)$$

Используя данное уравнение, определяем предикат семантической эквивалентности между двумя словными коллокациями как:

$$P(x_1, y_1) \times P(x_2, y_2) = \gamma_i(x_1, y_1, x_2, y_2) \wedge \wedge P(x_1, y_1) \wedge P(x_2, y_2) \quad (2)$$

где: x - обозначает семантическое сходство; \wedge – декартовое произве-

дение, а предикат \dot{u} исключает коллокации, между которыми семантическая эквивалентность не может быть идентифицирована.

На следующем этапе для того, чтобы получить синонимы слов, входящих в заданные типы коллокаций, используется WordNet. Для каждого типа коллокации (субстантивного, атрибутивного и вербального) осуществляется поиск WordNetcensете.

Заключение. Таким образом, в работе рассмотрены специфические особенности извлечения криминально-значимой информации из текстов. Так же рассмотрена технология поиска семантически близких коротких фрагментов текста, имплементация, которая позволяет повысить полноту выдачи системы информационного поиска криминально-значимой информации, приводится структура и tagset создаваемых корпусов казахского и русского языков.

Список литературы

1 *Бондарева Л. В., Борисенко Т. И., Валентей Т. В.* Современный терроризм: сущность, причины, модели и механизмы противодействия. – М.: Импульс, 2013. – 252 с.

2 *Meloy J. R., Hoffmann J., Guldemann A., James D.* The role of warning behaviors in threat assessment: An exploration and suggested typology. Behavioral Sciences & the Law. – 2012. - № 30(3). – P. 256–279.

3 *Гладкий А. В.* Грамматики деревьев: опыт формализации преобразований синтаксических структур естественного языка. Информ. вопросы семиотики, лингвистики и автоматического перевода. – 1971. – Вып. 1. – С. 16–41.

4 *De Boom C., Canneyt S. V., Bohez S., Demeester T., Dhoedt B.* Learning Semantic Similarity for Very Short Texts. Pattern Recognition Letters. – 2016. - Vol. 80. – P. 150–156.

5 *Khairova N., Petrasova S., Lewoniewski W., Mamyrbayev O., Mukhsina K.* Automatic Extraction of Synonymous Collocation Pairs from a Text Corpus. FedCSIS. Proceedings of the Federated Conf. on Computer Science and Information Systems. – 2018. - Vol. 15. - P. 485–488.

6 *Dependen See: A Dependency Parse Visualisation/Visualization Tool* // <http://chaotocity.com/dependensee-a-dependency-parse-visualisation-tool/>: 15.04.18

7 *NLTK 3.3 documentation: Source code for nltk.stem.wordnet* // http://www.nltk.org/_modules/nltk/stem/wordnet.html :27.06.2018

Мамырбаев О.Ж. - PhD, e-mail: morkeni@mail.ru

Шаяхметова А.С. - PhD, e-mail: asemshayakhmetova@mail.ru

Курманбек Ж.А. - магистрант, e-mail: Zhansaya_kurmanbek@mail.ru

Mkilima Timoth¹, Ye.B. Utegov¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan c., Kazakhstan

COMBINATION OF GIS AND REMOTE SENSING AS A TOOL IN CIVIL ENGINEERING. A CASE OF MAIBALYK RESERVOIR, KAZAKHSTAN

Abstract This study used the GIS and RS-based approach for a reservoir analysis, a case of the Maibalyk water reservoir in Nur-Sultan, the capital city of the Republic of Kazakhstan, to investigate the geomorphological characteristics of the reservoir and their potential to flood events. The reservoir is one of the potential recreational sites in Nur-Sultan. The Storage Capacity tool in conjunction with Digital Elevation Model (DEM) was used to compute water-surface elevations and corresponding storage capacities in the ArcGIS 10.5 software package. The input boundary polygon was extracted using Google Earth Pro images. The state of land use/land cover around the reservoir was also successfully derived from Landsat images. More low-lying areas (flood zones) were observed in the North and West of the reservoir compared to the South and East of the reservoir.

Keywords: Reservoir, GIS and RS, DEM, engineering structure, water storage.

• • •

Аннотация. В данном исследовании для анализа водохранилища на примере Майбалыкского водохранилища в столице Республики Казахстан, Нур-Султане, был использован подход, основанный на ГИС и ДЗ, для исследования геоморфологических характеристик водохранилища и его потенциала к паводковым явлениям. Водохранилище является одним из потенциальных рекреационных объектов в г. Нур-Султане. Для расчета водно-поверхностных высот и соответствующих емкостей хранилищ в программном комплексе ArcGIS 10.5 был использован инструмент Storage Capacity совместно с Цифровой моделью рельефа (ЦМР). Входной граничный полигон был извлечен с помощью изображений Google Earth Pro. Состояние землепользования/почвенно-растительного покрова вокруг водохранилища также было успешно выведено из снимков Landsat. На севере и западе водохранилища наблюдалось больше низинных участков (зон затопления) по сравнению с югом и востоком водохранилища.

Ключевые слова: Резервуар, ГИС и ДЗ, ЦМР, инженерная структура, водохранилище.

• • •

Түйіндеме. Осы зерттеуде Қазақстан Республикасының елордасындағы Майбалық су қоймасы мысалында су қоймасын талдау үшін Нұр-сұлтан су қоймасының геоморфологиялық сипаттамаларын және оның су тасқыны құ-

былыстарына әлеуетін зерттеу үшін ГАЖ және ҚЗ негізделген тәсіл қолданылды. Су қоймасы Нұр-Сұлтандағы әлеуетті рекреациялық нысандардың бірі болып табылады. ArcGIS 10.5 бағдарламалық кешенінде су-беттік биіктіктер мен сақтау қоймаларының тиісті сыйымдылықтарын есептеу үшін рельефтің сандық моделімен (PCM) бірге Storage Capacity құралы пайдаланылды. Кіру шекара полигоны Google Earth Pro суреттерінің көмегімен алынды. Су қоймасы айналасындағы жер пайдалану/топырақ-өсімдік жамылғысының жағдайы да Landsat суреттерінен сәтті шығарылды. Су қоймасының солтүстігі мен батысында су қоймасының оңтүстігі мен шығысымен салыстырғанда төменгі уаскелер (су басу аймақтары) көп байқалды.

Түйінді сөздер: Резервуар, ГАЖ және ҚЗ, РСМ, инженерлік құрылым, су қоймасы.

Introduction. In the modern world, reservoirs have been important recreational sites, especially in cities. The whole process of transforming reservoirs into recreational sites requires an extensive assessment of the site. The planning and design processes are data-intensive posing a challenge to the field of Civil Engineering as part of the design teams. To transform a natural landscape into a modified recreational site, a systematic analysis is needed which must include the optimization of its structure and behavior [1]. Also, the reservoirs like Maibalyk may be highly vulnerable to flooding events if not properly managed. Therefore, in this era of massive data proliferation requirements from different sources, the priority is to develop efficient and effective methodologies or approaches geared towards optimizing data combinations as well as simultaneously solving increasingly complex application problems. A combination of GIS and RS utilizes the great potential that lies along the interface between GIS and RS for creating interoperable databases and simplifying information access and sharing [2]. The demand and use of GIS technology in the technical practice including Civil Engineering has been increasing [3].

In the preparatory phase of the construction, the problems of a spatial positioning (location) of the construction have to be solved jointly with the checking of the feasibility and purposefulness, the traffic projects are worked out, and the alternative. More detailed solutions to technical problems are designed. At project development there are used various forms of initial documents, results of the actual data gathering and surveys, map sheets, photographs, previous documents referring to the problems solved, and appropriate legal and technical standards [4]. In the recent past, apart from the recreational purposes, many studies have also been studying reservoirs for different other purposes such as simulating reservoir storage for a wind-hydro hybrid system, differences in the implemen-

tation of safe levels for reservoirs used for water supply and recreation, drought storage allocation rules for surface reservoir systems [5]. Also, land surface evaluation is an important aspect during the process of data compilation, interpretation, and conceptual ground modeling before undertaking engineering ground or site investigation work [6]. However, the morphological data for Maibalyk reservoir is still scarce. In this study, a GIS and RS-based approach for a reservoir analysis is used, a case of the Maibalyk water reservoir in Nur-Sultan, the capital city of the Republic of Kazakhstan. The study aimed to identify potential flood zones as influenced by morphological characteristics of the reservoir. With the help of the Storage Capacity tool (Spatial Analyst supplement tool) in conjunction with Digital Elevation Model (DEM), the computation of water-surface elevations and corresponding storage capacities in ArcGIS 10.5 software package was achieved. The geo-referenced input boundary polygon for demarcating the boundaries of the reservoir was extracted using Google Earth Pro images. Land use/land cover analysis around the reservoir territory was also accomplished in ArcGIS using Landsat images. The results derived from this study reveal the potential of incorporating GIS and RS especially in the preliminary stage of a site characterization, design as well as monitoring of an engineering structure.

Materials and methods. Maibalyk reservoir is located on the southern outskirts of Nur-Sultan, the capital city of Kazakhstan, a kilometer away from the Nur-Sultan Nazarbayev International Airport, between the Nura and Ishim rivers. The reservoir territories are characterized by low intensity developed areas (Figure 1). The total area of the reservoir with the adjacent territory is 73 km². Maibalyk Lake or reservoir is one of the planned public recreation areas for residents and guests in Nur-Sultan. In 2010 an international architectural competition for the sketch-idea of the project towards developing the reservoir into a recreational site took place.

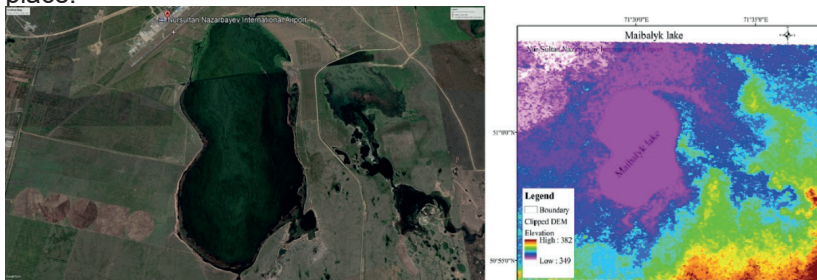


Figure 1 - Case study

The DEM with 30m resolution and Landsat images were retrieved from the official website of the United States Geological Survey (USGS). Maibalyk reservoir boundaries were extracted from Google maps. The high-resolution (4800 x 2718) Google Earth images were retrieved from the Google Earth Pro desktop version 7.3.2.5776 (64-bit). Depths of the reservoir from different locations were extracted from the DEM. In this study, a combination of terrain and land cover properties were used to explore the potential of GIS and RS for a reservoir analysis. The Maibalyk reservoir was analyzed in terms of depth, storage capacity as well as the land surface cover around the territory, providing essential information for further development of the reservoir. To investigate the depth of the reservoir at different locations, several cross-sections were drawn using the ArcGIS 3D-Analyst tool where maximum depths from each cross-section were extracted (Figure 2) and then plotted using Microsoft Excel 2019. The 14 cross-section points were named as point 1 to point 14 (PT1 to PT14).

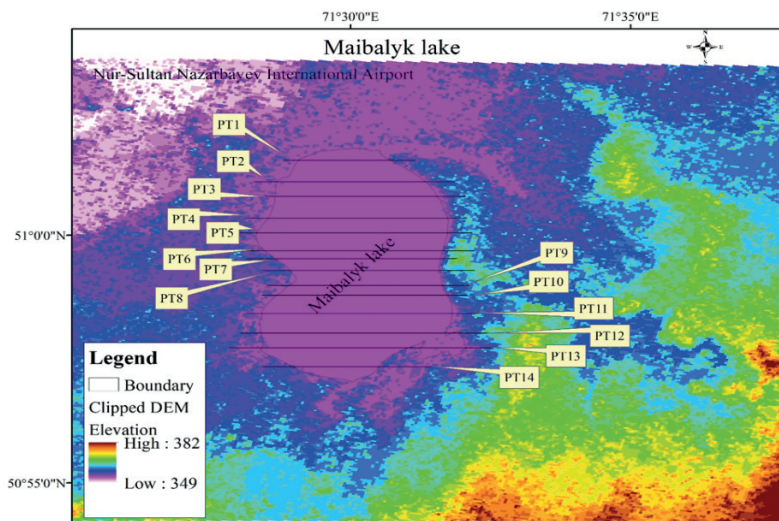


Figure 2 - Cross-section points on Maibalyk reservoir

The Storage Capacity tool which was imbedded in ArcGIS as a Spatial Analyst supplement tool in the Arc Toolbox in conjunction with Digital Elevation Model (DEM) was used to compute water-surface elevations and corresponding storage capacities in ArcGIS 10.5 software package. Storage capacity is determined as the net accumulated volume or surface area of the underlying region for a given water surface elevation (Equations 1 and 2). The extraction of the reservoir boundaries was achieved

by using the Polygon tool in Google Earth which was then saved as a Keyhole Markup language Zipped (kmz) file which is also known as kml in ArcGIS. For the kmz file to be used in ArcGIS had to be converted to layer using kml to layer conversion tool. The Storage Capacity tool requires the DEM to be in projected coordinates system. All the spatial datasets were projected to Universal Transverse Mercator (UTM) zone 40 North which is the projection zone of Kazakhstan.

$$V_a = \text{water surface elevation} \times \text{underlying area} \quad (1)$$

Where;

V_a refers to volume at each specific area

$$\text{Total storage capacity} = \sum_{a=1}^{a=n} V_a \quad (2)$$

The retrieved Landsat images were combined using the Composite Band tool in ArcGIS. Then the colors of the out from the combined bands were rearranged from 1, 2, 3 of red, green, and blue respectively to 5,4 and 2 for a better visualization. Interactive Supervised Classification approach in ArcGIS was used to analyze the land surface cover which is defined from the current use of the land, the classes were assigned according to the National Land Cover Database 2011 (NLCD2011) Legend [7]. For each class, more than 30 training samples were to improve the accuracy of the classification. The classified land uses were validated using Google Earth high-resolution images.

Results and discussion. Extraction of reservoir depths was accomplished and plotted. Figure 3, shows 14 cross-section points with the maximum depth at each point as selected in this study. Point 1 and 14 present the furthest points close to the either sides of the reservoir banks. It can be observed that the middle of the reservoir presents the highest depth. However, the trend of the depth in the reservoir is also observed to be non-uniform, some parts of the reservoir close to the middle are shallower than some parts close to the reservoir banks as observed from points 9, 10 and 11 in comparison to point 12. The shallowest parts of the reservoir are observed from points 1 and 14 which are close to the reservoir banks.

The complexity of the reservoir topography may have been influenced by several factors including sediment deposition, as well as erosion by ice movements. Debris that flows into a lake gradually settles to the bottom to add to the layers of sediment. Lake sediments are comprised mainly of clastic material (sediment of clay, silt, and sand sizes), organic debris, chemical precipitates [8]. The graphical presentation from Figure

3, provides a useful information about the nature of the reservoir in the preliminary assessment in the process of the site development for different purposes such as recreation, irrigation farming as well as fishing.

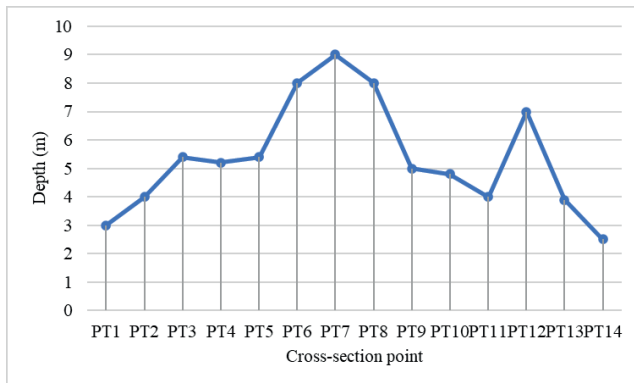


Figure 3 - Maximum depths from 14 cross-sections

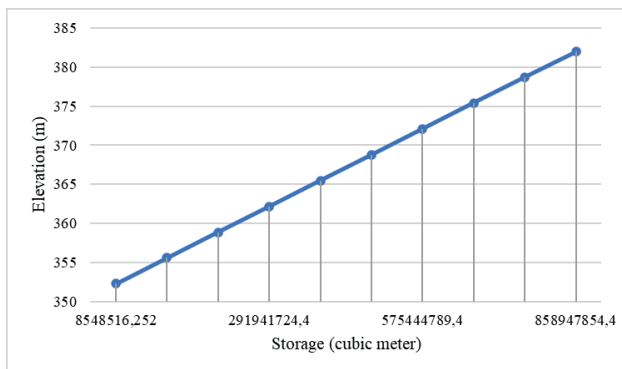


Figure 4 - Estimated storage from different water surface elevations

The computation of the reservoir storage capacity was achieved through the consideration of the surface area of the underlying region corresponding to a given water surface elevation. From Figure 4, it can be observed that the computed storage capacity increases with the increase in water surface elevation. An estimated reservoir perimeter of 26.2 km and a coverage area of 27.5 km² were extracted in this study. It is of primary importance to assess continuously all environmental effects of storage reservoirs and to provide monitoring facilities for measuring environmental factors both before and after construction. The Westside (cross the width)

of the reservoir is characterized by low elevation areas compared to the East of the reservoir. Also, North of the reservoir is characterized by relatively low elevation areas compared to the South. The results reveal the presence of more flood zones around the North and West of the reservoir compared to the South and East of the reservoir (Tables 1 and 2 and, Figure 5).

Table 1 - Reservoir geomorphology across the width (West to East)

Point	West		East		Elevation difference (m)
	Elevation (m)	Depth (m)	Elevation (m)	Depth (m)	
1	353.5	1.5	354.9	2.9	1.4
2	352.5	0.5	356	4	3.5
3	352.9	0.9	357.4	5.4	4.5
4	353	1	357.2	5.2	4.2
5	354.8	2.8	357.9	5.9	3.1
6	354	2	360	8	6
7	354.4	2.4	360.9	8.9	6.5
8	354	2	360	8	6
9	353.6	1.6	356.7	4.7	3.1
10	353.3	1.3	356.8	4.8	3.5
11	353	1	355.8	3.8	2.8
12	355	3	358.9	6.9	3.9
13	353.7	1.7	355.8	3.8	2.1
14	355.9	3.9	362.2	10.2	6.3

Table 2 - Reservoir geomorphology across the length (North to South)

Point	North		South		Elevation difference (m)
	Elevation (m)	Depth (m)	Elevation (m)	Depth (m)	
1	352.6	0.6	355.8	3.8	3.2
2	353	1	357.8	5.8	4.8
3	353	1	359.9	7.9	6.9
4	354	2	358	6	4
5	353.5	1.5	356.9	4.9	3.4

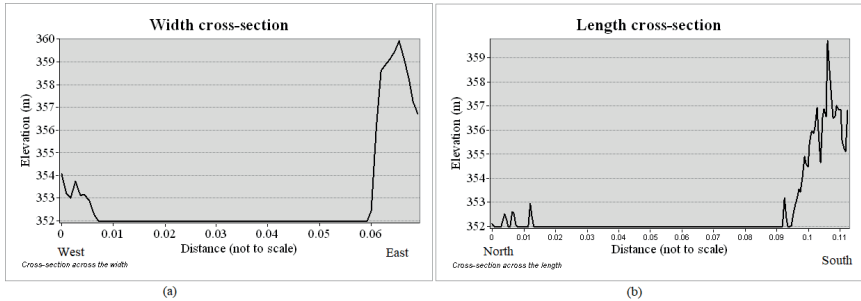


Figure 5 - Cross-sections (a) across the width, left (West), right (East), (b) across the length left (North), right (South)

The land use/land cover analysis around the Maibalyk reservoir was usefully achieved. The land use classes were categorized into three main groups, which are; water (including the Maibalyk reservoir itself), vegetation, developed low intensity and agriculture (cultivated land) as well as developed medium intensity (Figure 6). The developed low-intensity areas are characterized by a mixture of areas with barren land as well as cultivated crops. While developed, medium intensity is characterized by of constructed materials with impervious surfaces from 50% to 79% of the total cover. The developed, medium intensity class is observed more in areas around the airport where the surface is characterized by paved surfaces.

However, the biggest part of the around the reservoir is characterized by developed low intensity and agricultural activities. As the largest part of the reservoir territory is characterized by low-intensity development, then is likely that the surface is of high permeability. Due to the resolution issues from the Landsat images, some small streams discharging and withdrawing water from the reservoir were not properly captured. However, the general land use classification was of great success and impressive results were derived. Understanding the land surface cover around a reservoir territory is an important aspect in any geotechnical study related to reservoirs, it helps to predict potential factors during the slope stability analysis, as well as calculating the permeability and runoff flow factors around the reservoir.

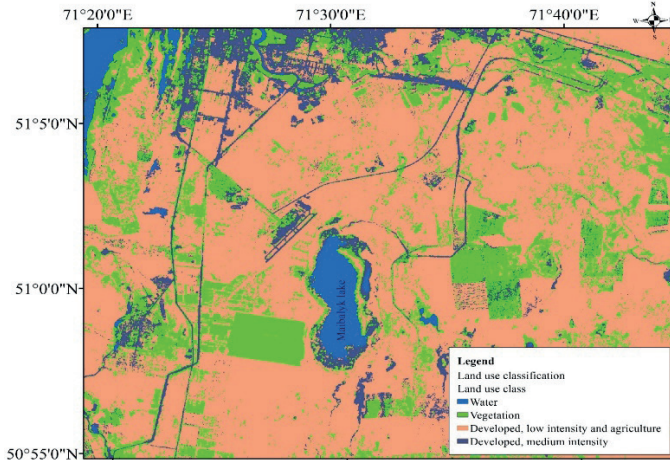


Figure 6 - Classified land uses

Conclusion. This study explored the potential of integrating GIS and RS into reservoir-related Civil Engineering studies. Maibalyk water reservoir in Nur-Sultan, the capital city of the Republic of Kazakhstan was used as a case study. With the help of ArcGIS 10.5 and DEM in conjunction with the Google Earth Pro desktop application, potential reservoir characteristics were successfully extracted. The state of land use/land cover around the reservoir was also successfully derived from Landsat images. From the derived results, the North and West sides of the reservoir are characterized by low-lying areas, that are more prone to flooding events compared to the South and East sides of the reservoir. Results from this study reveal the potential usefulness of combining GIS and RS into Civil Engineering studies as well as providing useful information on areas of emphasis towards the reservoir development.

References

- 1 *Votruba L., Broža V.* 15 Reservoir Function in Water-Management Systems // *Dev. Water Sci.* 2008. Vol. 33. P. 343–367.
- 2 *Nizeyimana E.* Remote Sensing and GIS Integration // *Encyclopedia of Environmental Management.* 2012.
- 3 *Cheng J.C.P., Deng Y.* Computing in Civil Engineering 2015 // *Comput. Civ. Eng.* 2015. 2015.
- 4 *Zheng R.* GIS application in civil engineering // *Proceedings - 2013 4th International Conference on Digital Manufacturing and Auto-*

mation, ICDMA 2013. 2013.

5 *Lund J.R.* Drought storage allocation rules for surface reservoir systems // J. Water Resour. Plan. Manag. 2006.

6 *Griffiths J.S., Edwards R.J.G.* The development of land surface evaluation for engineering practice // Geol. Soc. London, Eng. Geol. Spec. Publ. 2001. Vol. 18, № 1. P. 3–9.

7 *Homer C., Fry J.* The National Land Cover Database // US Geol. Surv. Fact Sheet. 2012.

8 *Dell C.I.* Sediment Distribution and Bottom Topography of Southeastern Lake Superior // J. Great Lakes Res. 1976.

Mkilima Timoth - докторант PhD, e-mail: tmkilima@gmail.com

Уменов Е.Б., - PhD, доцент, e-mail: utepov-elbek@mail.ru

БИОЛОГИЯ

МРНТИ 34.25.23, 34.25.37

*А.С. Турмагамбетова¹, А.П. Богоявленский¹, Н.С. Соколова¹,
Э.С. Омиртаева¹, В.Э.Березин¹*

¹Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии,
г. Алматы, Казахстан

ПРОТИВОВИРУСНЫЕ СВОЙСТВА МАНГУСТИНА И ГАРТАНИНА

Аннотация. Грипп и другие ОРВИ по сей день представляют серьезную проблему мирового здравоохранения, вызывая эпидемии и пандемии, сопровождающиеся высокой летальностью. Способность гриппа к изменчивости приводит к появлению новых резистентных к существующим противовирусным средствам штаммов, быстро распространяющихся по всем континентам. В связи с этим развитие отечественной фарминдустрии и создание новых эффективных препаратов для борьбы с опасными и широко распространенными вирусными инфекциями является одной из первоочередных задач, стоящих перед любым государством. Цель работы - изучение противовирусной активности мангустина и гартанина в отношении вирусов гриппа человека и птиц. Показано, что в диапазоне доз от 0,025 мкг/мл до 1,25 мкг/мл мангустин проявлял выраженные противовирусные свойства, сопоставимые с противовирусной активностью Тамифлю. Гартанин проявлял достаточно высокую противовирусную активность в отношении эпидемически значимых штаммов вируса гриппа человека.

Ключевые слова: ксантон, противовирусная активность, мангустин, гартанин.

• • •

Түйіндеме. Тұмау және басқа да жедел респираторлы вирустық инфекциялар әлі де денсаулық сақтаудың ғаламдық проблемасын туғызуда, бұл өлім-жітімнің жоғарылауымен бірге індеттер мен пандемияны тудырады. Тұмаудың өзгеру қабілеті, қолданыстағы тұмауға қарсы препараттарға тәзімді, жаңа штаммдардың пайда болуына, барлық континенттерде тез таралуына әкеліп соғады. Осыған байланысты отандық фармацевтика саласын дамыту және қауіпті, кең таралған вирустық инфекциялармен күресудің жаңа тиімді препараттарын жасау кез-келген мемлекеттің алдында тұрған басым міндеттердің бірі болып табылады. Жұмыстың мақсаты – адам мен құс тұмауы вирусына қарсы мангостан мен гартаниннің вирусқа қарсы белсенділігін зерттеу. 0,025 мкг/мл-ден 1,25 мкг/мл-ге дейінгі дозада

Источник финансирования исследований. Работа выполнена в рамках грантового проекта АР05130964 (0118РК00186) финансируемого Министерством образования и науки Республики Казахстан.

мангостин Тамифлудың вирусқа қарсы белсенділігімен салыстыра алатын айқын вирусқа қарсы қасиеттерді білдіргені көрсетілген. Гартанин адамның тұмау вирусының эпидемиологиялық маңызды штамдарына қарсы антивирустық белсенділігін көрсетті.

Түйінді сөздер: ксантон, вирусқа қарсы белсенділік, мангостин, гартанин.

• • •

Abstract. To this day, influenza and other acute respiratory viral infections pose a serious global health problem, causing epidemics and pandemics accompanied by high mortality rates. The ability of influenza to change leads to the emergence of new strains that are resistant to existing anti-influenza drugs, rapidly spreading across all continents. In this regard, the development of the pharmaceutical industry and the creation of new effective drugs against dangerous and widespread viral infections is one of the priority tasks that faces any nation. The aim of the work was to study the antiviral action of mangosteen and gartanin against human and bird influenza viruses. It was revealed that in the dose range from 0.025 ug/ml to 1.25 ug/ml mangosteen demonstrated pronounced antiviral properties comparable with the antiviral activity of Tamiflu. Gartanin showed a rather high antiviral action against epidemiologically significant strains of the human influenza virus.

Keywords: xanthone, antiviral activity, mangosteen, gartanin.

Введение. До сих пор грипп представляет собой серьезную проблему для общественного здравоохранения, вызывая ежегодные сезонные эпидемии и периодические пандемии, сопровождаемые довольно высокой летальностью. Течение инфекции также усугубляется развитием множества осложнений. По данным ВОЗ ежегодно фиксируются десятки миллионов случаев заболевания гриппом, в том числе до полумиллиона смертельных случаев [1].

Недавние исследования показали, что большинство современных штаммов вируса гриппа являются устойчивыми к основным, используемым в мире, противогриппозным средствам (римантадину, амантадину, тамифлю, реленза) [2,3]. Однако обеспеченность противовирусными препаратами является жизненно важной необходимостью. Этот вопрос напрямую связан с биобезопасностью и национальной безопасностью страны. Ведь в случае возникновения крупномасштабных эпидемий и пандемий, возможность обеспечения необходимыми диагностическими, вакцинными и лекарственными препаратами может оказаться под вопросом. Поэтому, развитие отечественной фарминдустрии и создание новых эффективных препаратов для борьбы с опасными и широко распространенными вирусными инфекциями является одной из первоочередных задач, стоящих перед государством. Особый интерес представляют лекар-

ственные средства растительного происхождения, обладающие малой токсичностью, широким спектром терапевтического действия, и возможностью длительного применения. Одним из путей разработки подобных препаратов является широкое изучение действия уже известных фармакопейных лекарственных растений, часто используемых по ограниченному числу показаний, которые содержат сложный комплекс биологически активных веществ с разносторонним фармакологическим действием. Дополнительные исследования по изучению химического состава, биологической активности таких растений позволяют выявить новый аспект их использования в медицине. В этом направлении ведется интенсивный поиск биологически активных веществ растительного происхождения, обладающих противовирусными свойствами в отношении широкого круга возбудителей, в частности, для лечения и профилактики гриппа и других ОРВИ [4-9].

Цель работы - изучение противовирусной активности мангустина и гартанина в отношении вирусов гриппа человека и птиц, для расширения спектра перспективных профилактических и терапевтических препаратов, эффективных в отношении вируса гриппа. Преимуществом подобных препаратов является их комплексное действие на различные стадии взаимодействия вируса с клеткой, что позволяет рассчитывать на универсальный характер действия и широкий спектр активности.

Методы исследований. В экспериментах использовали эпидемически значимый штамм вируса гриппа человека А/Алматы/8/98 (H3N2), вирус гриппа человека (пандемический вариант, устойчивый к Тамифлю) А/Владивосток/2/09 (H1N1), вирус гриппа птиц, штамм А/малая крачка/Южная Африка/1/1961 (H5N3), высоко патогенный вирус гриппа птиц А/FPV/36/1 (H7N1). Вирус гриппа выращивали в аллантоисной полости 11-дневных куриных эмбрионов (КЭ) в течение 24-48 ч. при 37°C. Титр вируса в аллантоисной жидкости составлял 10^7 - 10^9 ЭИД₅₀/мл. Инфекционный титр вируса гриппа определяли титрованием на куриных эмбрионах методом предельных разведений. О наличии вируса судили по реакции гемагглютинирующей активности. Титр инфекционности вируса высчитывали по методу Рида и Менча [10] и выражали в Ig ЭИД₅₀/мл. Гемагглютинирующую активность вирусов определяли по стандартной методике с использованием 0,75% взвеси куриных эритроцитов или эритроцитов морской свинки [10]. Очищенные препараты ксантонов (мангустин и гартанин) получали из кожуры плодов растения семейства *Clusiaceae*. Расте-

тельные экстракты получали описанным ранее методом [11]. Специфические реакции на ксантоны проводили известным методом [12,13]. Фракционирование частично очищенных растительных экстрактов проводили с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на системе HPLC фирмы "Agilent technologies", используя полупрепаративную колонку "Zorbax C18", 5 μ , 9,4x250 мм. Разделение проводили в градиенте 0,1% Trifluoroacetic acid (TFA) – 80% Acetonitrile (ACN). На колонку наносили до 10 мг материала. Контроль за хроматографическим процессом осуществляли спектрофотометрически при 208 нм (поглощение большинства окрашенных полифенольных соединений).

Хроматомасс-спектрометрический анализ проводили на хроматомасс-спектрометре фирмы "Shimadzu" LCMS-8040 в режиме положительной ионизации при электрораспылении. Напряжение на конусе распыления составляло 3,0 кВ, температура источника 120°C, температура блока десольватации 275°C, поток конического газа 50 л/ч, поток газа десольватации 600 л/ч. Определение масс спектров проводили в режиме сканирования 200 – 2000 m/z. Изучение токсичности и специфической противовирусной активности исследуемых соединений проводили в соответствии с методическими рекомендациями «Руководства по проведению доклинических исследований лекарственных средств» [14]. Основным критерием при изучении специфического противовирусного действия соединений является показатель ХТИ (химико-терапевтический индекс), определяемый отношением среднетоксичной концентрации вещества (TK_{50}) к среднеэффективной вирусингибирующей концентрации ($ЭК_{50}$). Изучение острой токсичности осуществляли на модели белых беспородных мышей методом однократного внутрижелудочного введения животным анализируемых препаратов в различных дозах в объеме 0,2 мл. Наблюдение за общим состоянием, поведением, двигательной активностью животных велось в течение 2-х недель. В первый день после введения препарата животные находились под непрерывным наблюдением. О токсичности судили по клиническим симптомам интоксикации, при этом оценивалось общее состояние животных, особенности поведения, интенсивность двигательной активности, реакции на звуковые и световые раздражители, состояние кожного и волосяного покрова, окраска слизистых оболочек, динамика массы тела, потребление кормов и воды, консистенция фекальных масс, смертность от острой токсической реакции [13-15].

Вирусингибирующие свойства исследуемых соединений изучали методом «скрининг-тест», рассчитанным на нейтрализацию вируса в количестве 100 ЭИД₅₀/0,2 мл заданными концентрациями изучаемых веществ. Критерием противовирусного действия считали различие в инфекционных титрах вируса при сравнении опытного образца с контролем (плацебо) [16].

В качестве препаратов сравнения были использованы Римантадин® («Оланфарм», Латвия, альфа-метилтрицикло [3.3.1.1¹.7] декан-1-метанамин (в виде гидрохлорида), CAS 13392-28-4) и Тамифлю® (Hoffmann-La Roche, Швейцария, (3R,4R, 5S)-4-ацетиламино-5-амино-3-(1-этилпропокси)-1-циклогексен-1-карбоновой кислоты этиловый эфир, фосфат, МНН осельтамивир, CAS 196618-13-0) [17,18]. Среднее квадратичное отклонение (*StD*) для отрицательного и положительного контролей для каждой концентрации исследуемого вещества рассчитывали по формуле:

$$StD = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / (n - 1)}$$

где Y_i – результат измерения ОП у каждого объекта группы; n – число объектов в группе; \bar{Y} – среднее арифметическое значение ОП [19]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ «Microsoft Excel». Для табличного и графического изображения полученных результатов использовалась программа Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение исследований. Проведено изучение противовирусной активности биологически активных соединений растительного происхождения (мангустин и гартанин) в отношении вирусов гриппа человека и птиц с разными антигенными подтипами (рисунк 1).

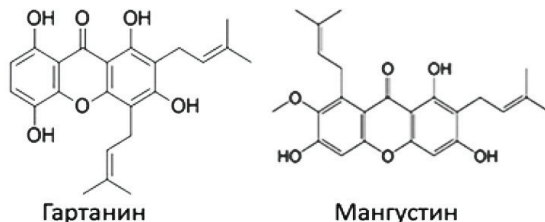


Рисунок 1 - Структурная формула исследуемых соединений

Изучение способности соединений подавлять репродукцию вируса гриппа проводили в интервале доз от 0,025 мкг/мл до 1,25 мкг/мл. В качестве препаратов сравнения использовали коммерческие про-тивогриппозные препараты – Римантадин и Тамифлю (рисунки 2-5).

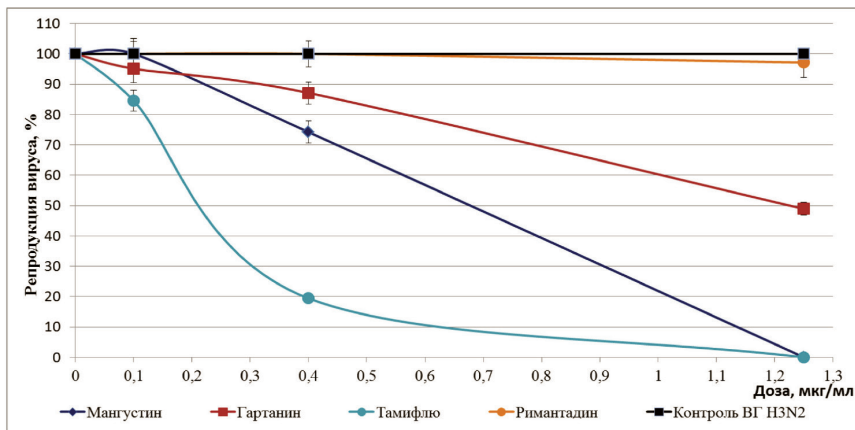


Рисунок 2 - Изучение дозо-зависимого эффекта вирусингибирующей активности исследуемых соединений на модели эпидемически значимого штамма вируса гриппа человека А/Алматы/8/98 (Н3Н2)

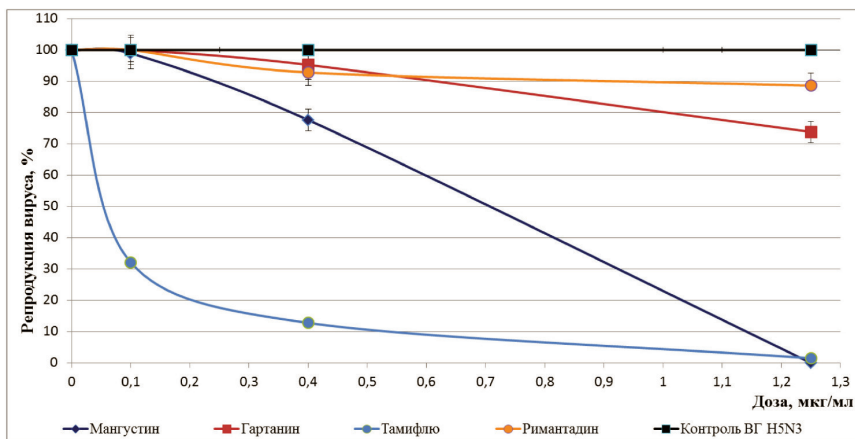


Рисунок 3 - Изучение дозо-зависимого эффекта вирусингибирующей активности исследуемых соединений на модели вируса гриппа птиц, штамм А/малая крачка/Южная Африка/1/1961 (Н5Н3)

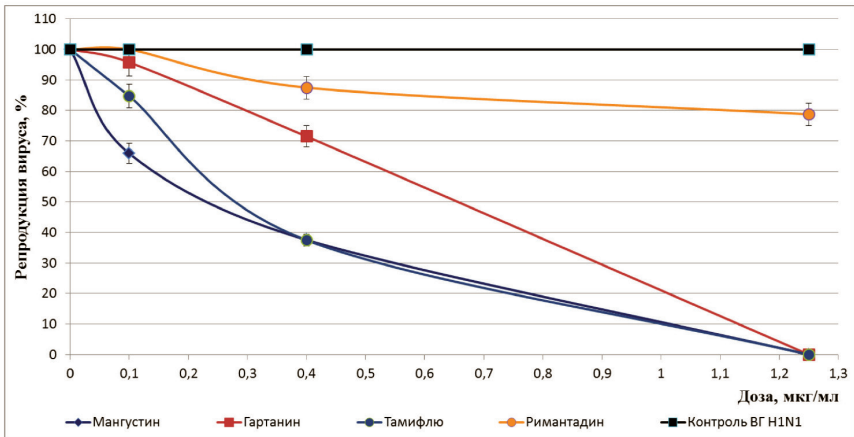


Рисунок 4 - Изучение дозо-зависимого эффекта вирусингибирующей активности исследуемых соединений на модели вируса гриппа человека (пандемический вариант, устойчивый к Тамифлю) А/Владивосток/2/09 (H1N1)

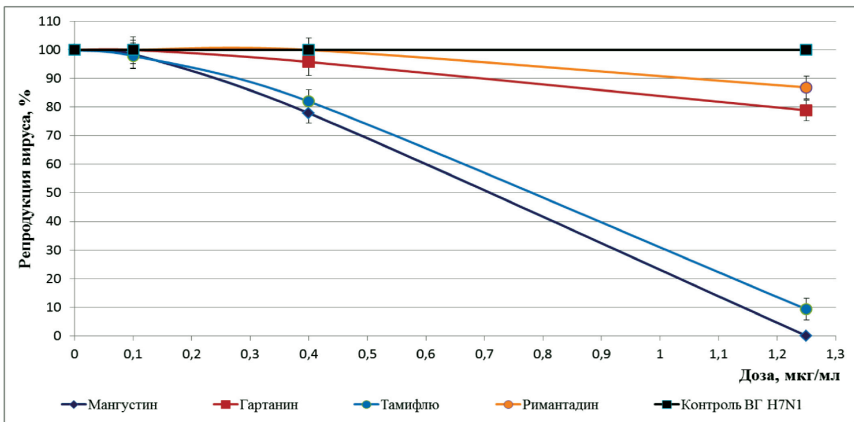


Рисунок 5 - Изучение дозо-зависимого эффекта вирусингибирующей активности исследуемых соединений на модели высокопатогенного вируса гриппа птиц А/FPV/36/1 (H7N1)

Показан выраженный противовирусный дозозависимый эффект ксантонов. В заданном диапазоне доз гартанин эффективно подавлял репродукцию вирусов гриппа человека (H1N1 и H3N2), но оказался неэффективным по отношению к вирусу гриппа птиц (H7N1)

и H5N3). Мангустин был способен в исследуемом интервале доз достигать 50%-подавления репродукции 100 инфекционных доз вируса гриппа независимо от его антигенной структуры и видовой принадлежности (рисунки 2-5). Проведен сравнительный анализ противогриппозной активности ксантонов (мангустин, гартанин), отличающихся лишь пространственным расположением углеводных хвостов и одной гидроксигруппой. Показано, что выраженность противовирусной активности связана со структурой изучаемого ксантона. Наибольшую противовирусную активность в экспериментах *in ovo* на изученных штаммах модельных вирусов гриппа А проявлял мангустин. Противогриппозная активность мангустина в отношении штамма вируса гриппа А/Н1N1, устойчивого к коммерческим противогриппозным препаратам и в отношении штамма вируса гриппа А/Н7N1, была сопоставима с активностью коммерческого противовирусного препарата Тамифлю, наиболее эффективного противогриппозного лекарственного средства известного на сегодняшний день (таблица 1). Показана значительная противовирусная активность мангустина против эпидемического штамма вируса гриппа человека А/Н₃N₂.

Таблица 1 – ЭК50 исследуемых соединений на модельных штаммах вируса гриппа А

Соединение	Противовирусная активность, мкг/мл			
	H3N2	H1N1	H5N3	H7N1
Мангустин	0,67±0,03	0,23±0,01	0,1±0,005	0,71±0,04
Гартанин	1,23±0,05	0,66±0,03	Na*	Na*
Tamiflu	0,215±0,01	0,285±0,01	0,051±0,002	0,79±0,04

*Na – Концентрация не определена

Противовирусная активность гартанина в отношении человеческих штаммов вируса гриппа была ниже, чем у коммерческого противовирусного средства Тамифлю. Однако активность достаточно высока, чтобы рассматривать данный ксантон, как перспективное противогриппозное средство. На модели всех исследованных вирусов гриппа типа А (H3N2, H1N1, H5N3, H7N1) показано, что противовирусная активность изучаемых ксантонов - мангустина и гартанина выше противовирусной активности Римантадина. На изученных модельных штаммах Римантадин был способен подавлять лишь до 21% активности вируса гриппа А/Н1N1, противовирусная активность против штаммов А/Н3N2, А/Н5N3, А/Н7N1 составляла не более 15% в изученном интервале доз. Одним из основных общепринятых крите-

риев оценки противовирусного действия препаратов является индекс ХТИ (химико-терапевтический индекс), показывающий отношение среднетоксичной концентрации вещества (ТК50) к концентрации, вызывающей подавление 50% репродукции вируса (среднеэффективная вирусингибирующая концентрация – ЭК₅₀) (таблица 2).

Таблица 2 - Сравнительная оценка ХТИ растительных соединений и коммерческих препаратов с противовирусной активностью

Штамм вируса гриппа	Осельтамивир	Ремантадин	Гартанин	Мангустин
A/Владивосток/2/09 (H1N1)	29,9	30,1	19,4	24,96
A/Алматы/8/98 (H3N2)	10,3	11,0	27,6	44,6
A/FPV/36/1 (H7N1)	15,3	15,2	Na*	44,5
A/малая крачка/Южная Африка/1/1961 (H5N3)	6,7	6,0	Na*	38,5

*Na – Концентрация не определена

Показано (таблица 2), что исследуемые растительные соединения превосходят по показателю ХТИ коммерческие противогриппозные препараты при тестировании на разных штаммах вируса гриппа человека и птиц.

Выводы. Таким образом, при изучении противовирусной активности очищенных соединений ксантонов в отношении вирусов гриппа человека и птиц, включая лекарственно устойчивые штаммы, было показано, что в диапазоне доз от 0,025 мкг/мл до 1,25 мкг/мл мангустин проявлял выраженные противовирусные свойства, сопоставимые с противовирусными свойствами Тамифлю и значительно превосходящие Римантадин. Гартанин проявлял достаточно высокую противовирусную активность в отношении эпидемически значимых штаммов вируса гриппа человека и по активности превосходил противогриппозный коммерческий препарат Римантадин. Исследуемые растительные соединения превосходят по показателю ХТИ коммерческие противогриппозные препараты при тестировании на разных штаммах вируса гриппа. При разработке новых лекарственных средств против гриппа очень важно учитывать их эффективность в отношении лекарственно устойчивых штаммов. В этом плане большой интерес представляет разработка лекарственных средств на основе природных биологически активных соединений растительного происхождения, имеющих, как правило, более широкий спектр биологической активности по сравнению с химиопрепа-

ратами и менее подверженных быстрому «привыканию» к ним высоко изменчивых вирусных штаммов.

Список литературы:

1 World Health Organization (WHO), World Health Statistics 2018. Available from: http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS2018_TOC.pdf.

2 Magano J. Synthetic approaches to the neuraminidase inhibitors zanamivir (Relenza) and oseltamivir phosphate (Tamiflu) for the treatment of influenza // *Chemical Reviews*. – 2009. – V. 109. – P. 4398–4438.

3 Moscona A. Global Transmission of Oseltamivir-Resistant Influenza // *N. Engl. J. Med.* – 2009. – V. 360. – P. 953-956.

4 Fabricant D.S., Farnsworth N.R. The value of plants used in traditional Medicine for drug discovery // *Environmental Health Perspectives*. – 2001. – V. 109. – P. 69-75.

5 Bang S., Li W., Ha T.K.Q., Lee C., Oh W.K., Shim S.H. Anti-influenza effect of the major flavonoids from *Salvia plebeia* R.Br. via inhibition of influenza H1N1 virus neuraminidase // *Nat Prod Res.* – 2017. – V. 15. – P.1-5. doi: 10.1080/14786419.2017.1326042.

6 Hudson J.B. The use of herbal extracts in the control of influenza // *J Med Plants Res.* – 2009. – V. 3. – P. 1189-1194.

7 Kuroda K., Sawai R., Shibata T., Gomyou R., Osawa K., Shimizu K. Anti- influenza virus activity of *Chaenomeles sinensis* // *J Ethnopharmacol.* – 2008. – V. 118. – P. 108-112.

8 Ludwig S., Ehrhardt C., Hrinčius E.R., Korte V., Mazur I., Droebner K., Poetter A., Dreschers S., Schmolke M., Planz O. A polyphenol rich plant extract, CYSTUS052, exerts anti influenza virus activity in cell culture without toxic side effects or the tendency to induce viral resistance // *Antiviral Res.* – 2007. – V. 76. – P. 38-47.

9 He W., Han H., Wang W., Gao B. Anti-influenza virus effect of aqueous extracts from dandelion // *Virology Journal.* – 2011. – V. 8. – P. 538.

10 Klimov A., Balish A., Veguilla V., Sun H., Schiffer J., Lu X., Katz J.M., Hancock K. Influenza virus titration, antigenic characterization, and serological methods for antibody detection // *Influenza Virus.* – 2012. – V. 865. – P. 25–51.

11 Alexyuk P.G., Bogoyavlenskiy A.P., Alexyuk M.S., Turmagambetova A.S., Zaitseva I.A., Omirtaeva E.S., Berezin V.E. Adjuvant activity of multimolecular complexes based on *Glycyrrhiza glabra* saponins, lipids, and influenza virus glycoproteins // *Archives of Virology.* – 2019. – V. 164. – P. 1793-1803. DOI 10.1007/s00705-019-04273-2.

12 Бердимуратова Г.Д., Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Тулегенова А.У. Биологически активные вещества растений. Выделение, разделение, анализ. Алматы: Атамұра, 2006. – 438 с.

13 Маркарян А.А. Основные принципы составления и стандартизации комплексных средств растительного происхождения. Проблемы управления здравоохранения. М.: Изд. Профтек, 2003. - № 6. - С. 78-81.

14 Миронов А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. — М.: Гриф и К, 2012. — 944 с.

15 Мошкова Л.В., Коржавых Э.А. Методология исследований в области создания новых лекарственных препаратов // Российский химический журнал. - 2010. - № 6. - С. 42-52.

16 Pandey M., Debnath M., Gupta S., Chikara S.K. Phytomedicine: An ancient approach turning into future potential source of therapeutics // Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy. - 2011. - V. 3. - P. 27-37.

17 Bantia S., Parker C.D., Ananth S.L. et al. Comparison of the anti-influenza virus activity of RWJ-270201 with those of oseltamivir and zanamivir // Antimicrob. Agents and Chemother. - 2001. - V. 45, №4. -P. 1162-1167.

18 Sidwell R. Ribavirin: A review of antiviral efficacy // Abstr. Recent. Res. Devel. in Antimicrob. Agents and Chemother. (G. Pandalai, ed.) Research Signpost. India. - 1995. - V. 1. - P. 219-256.

19 Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под ред. Р.У. Хабриева, Москва, 2005 г. - 398 с.

Турмагамбетова А.С. - ведущий научный сотрудник, e-mail: aichyuck@mail.ru

Богоявленский А.П. - заведующий лабораторией, e-mail: anpav_63@mail.ru

Соколова Н.С. - научный сотрудник, e-mail: falcon7774@mail.ru

Омиртаева Э.С. - научный сотрудник, e-mail: omirel@mail.ru

Березин В.Э. - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, e-mail: vberezin359@gmail.com

А.Б. Сейдалина¹, А.И. Кыдырманов¹, К.О. Карамендин¹,
Е.Т. Касымбеков¹, Е.Я. Хан¹, К.Д. Даулбаева¹,
С.А. Сулейменова¹, М.О. Есентуреева¹, М.Х. Саятов¹

¹Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии,
г. Алматы, Казахстан

ПТИЧИЙ ОРТОАВУЛАВИРУС АPMV-13/БЕЛОЛОБОЫЙ ГУСЬ/ СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН/5751/2013, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Аннотация. В октябре 2013 г. из клоакального смыва белолобого гуся обитающего в системе озер Северо-Казахстанской области был выделен инфекционный агент с гемагглютинирующим титром 1:512 и инфекционностью 7,6 Ig ЭИД₅₀/0,2 мл. Идентификация гемагглютинирующего агента в ПЦР с праймерами к консервативным участкам L-гена, позволила отнести его к семейству Paramyxoviridae. Методом секвенирования фрагмента L-гена и последующего BLAST-анализа показана циркуляция в популяциях диких птиц Казахстана нового ранее неизвестного серотипа парамиксовируса птиц. Проведено полногеномное секвенирование казахстанского изолята APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013. Определена последовательность генов: 3'-NP-P/W-M-F-HN-L-5', кодирующих восемь белков, характерных для парамиксовирусов птиц. Филогенетические исследования показали, что казахстанский изолят APMV-13 является новым природным вариантом, значительно отличающимся от других вирусов этого серотипа. **Ключевые слова:** штамм, парамиксовирус, серотип, популяция, дикие птицы, ПЦР.

• • •

Түйіндеме. Солтүстік Қазақстан облысындағы көлдер жүйесіндегі ақмандайлы қаздың клоака шайындысынан 2013 жылдың қазан айында 1: 512 гемагглютиндік титрі бар және 7,6 Ig ЭИД₅₀/0,2 мл инфекциясымен жұқпалы агент бөлінген. Гемагглютиндеуші агенттерді ПЦР-да L-генінің консервативті учаскелеріне арналған праймерлермен анықтау, оның Paramyxoviridae тұқымдасына енетінін анықтауға мүмкіндік берді. L-гені фрагментін тізбектеу әдісімен және BLAST-талдау арқылы Қазақстанның жабайы құстар популяциясында, құс парамиксовирустарының белгісіз жаңа серотипінің айналымда болғандығын көрсетті. Қазақстандық APMV-13/ақмандайлы қаз/ Солтүстік Қазақстан/5751/2013 толық геномдық тізбектеу жүргізілді. Құс паримиксовирусына тән сегіз ақуызды кодтайтын гендердің реттілігі анықталды: 3'-NP-P W/M-F-HN-L-5'. Филогенетикалық зерттеулер көрсеткендей, қазақстандық құстардың APMV-13 осы серотиптің басқа вирустарынан айтарлықтай ерекшеленетін жаңа табиғи нұсқа болып табылады.

Түйінді сөздер: штамм, парамиксовирус, серотип, популяция, жабайы құстар, ПЦР.

Abstract. In October 2013, an infectious agent with a hemagglutinating titer of 1: 512 and an with infectiousness of 7,6 lg EID₅₀ / 0.2 ml was isolated from the cloacal swab of a white-fronted goose in the lake system of the North Kazakhstan region Kazakhstan. The identification of the hemagglutinating agent in PCR with primers for the conserved regions of the L gene allowed us to attribute it to the Paramyxoviridae family. The method of sequencing a fragment of the L-gene and subsequent BLAST analysis showed the circulation of a novel previously unknown Avian orthoavulavirus 13 (APMV-13) in populations of wild birds of Kazakhstan. We carried out genome sequencing of the Kazakh isolate APMV-13/ white-fronted goose / Northern Kazakhstan / 5751/2013. The sequence of genes was determined: 3'-NP-P/ V / W-M-F-HN-L-5', which encodes eight proteins distinctive to Avian orthoavulavirus. Phylogenetic studies have shown that the Kazakh Avian orthoavulavirus 13 (APMV-13) is a novel natural variant, significantly different from other species.

Keywords: strain, paramyxovirus, serotype, population, wild birds, PCR.

Введение. Парамиксовирусы (ПМВ) птиц – РНК-содержащие вирусы, образующие подсемейство Avulavirus относящееся к семейству Paramyxoviridae, способны вызывать заболевания с различными клиническими проявлениями у большинства видов диких и домашних птиц. Согласно новой классификации Авулавирuсы на основе филогенетических различий делятся на три рода - Orthoavulavirus, Metaavulavirus, Paraavulavirus. У рода Авулавирuсы к концу 2014 г. было известно двенадцать серотипов APMV-1-APMV-12 [1-4]. В 2015-2017 гг. появились сообщения об обнаружении семи новых авулавирuсов: у диких гусей в Японии [5], в Казахстане [6] и в Украине [7]; у уток в Японии [8], Корее [9] и у кулика в Бразилии [10]. Эти данные свидетельствуют о том, что ПМВ активно циркулируют в дикой орнитофауне и существует высокая вероятность возникновения других его серотипов. В Казахстане на протяжении многих лет эколого-вирусологические исследования ПМВ проводятся в Институте микробиологии и вирусологии КН МОН РК с 2019г. Большое количество штаммов вируса болезни Ньюкасла изолировано от домашних, синантропных (домовой и полевой воробей, серая ворона, сорока) и диких птиц (диких голубей) во время их массовой гибели [11,12]. В целом в республике ПМВ серотипов 4, 6, 8 и 13 удалось изолировать от 11 видов диких птиц. В морфологическом отношении все ПМВ представляют собой плеоморфные, оболочечные вирионы с отрицательными, одноцепочечными РНК-геномами, размерами от 15 до 19 тыс. пар оснований. В их структуре последовательно связаны 6-10 генов, которые

кодируют синтез 7 - 12 белков [13]. Репликация РНК осуществляется в соответствии с «правилом шести», то есть длина генома у всех представителей подсемейства *Paramyxovirinae* кратна шести парам нуклеотидов, при таких соотношениях обеспечивается наиболее компактная и оптимальная в функциональном отношении упаковка полинуклеотидов [14,15]. Гены ПМВ птиц расположены в следующем порядке: 3'→N (нуклеокапсид)→Р (фосфопротеин)→М (матриксный белок)→F (белок слияния)→HN (гемагглютинин-нейраминидаза)→L (большой полимеразный протеин)-5'. Исключение составляет ПМВ-6, у которого имеется дополнительный ген небольшого гидрофобного белка (SH). Белки F и HN образуют шипоподобные структуры вирусной оболочки, против которых образуются нейтрализующие и протективные антитела. Р-ген также кодирует синтез еще двух дополнительных белков (V и W) [16].

Цель работы заключается в вирусологической и молекулярно-генетической характеристике нового ПМВ (APMV-13), выделенного от дикой птицы в Казахстане, рекомендуемого в качестве диагностического препарата при индикации возбудителей APMV-13 инфекций у птиц и специфических антител к ним.

Методы исследований. Для вирусологических исследований собраны пробы в виде клоакальных, трахеальных смывов и помёт от птиц водного и околоводного комплексов. Пробы до вирусологических исследований хранили в жидком азоте (-196°C). Изоляцию вирусов проводили путем инокуляции каждой пробы исследуемого материала в аллантаоисную полость трех 9-10 -дневных развивающихся куриных эмбрионов (РКЭ) и последующей инкубации при температуре 37°C в течение 72 ч. Аллантаоисную жидкость на наличие вируса проверяли в реакции гемагглютинации (РГА) микрометодом с использованием 0,75% суспензии куриных эритроцитов. Инфекционный титр вирусов вычисляли по методу L. Reed и H. Muench [17] и выражали в Ig ЭИД₅₀/0,2 мл. Типовую принадлежность изолятов APMV птиц устанавливали в реакции торможения гемагглютинации (РТГА) [18] с набором поликлональных диагностических сывороток к вирусам серотипов 1-9: Иммунные сыворотки предоставлены Национальной референс-лабораторией по вирусу болезни Ньюкасла, института Фридриха-Лэффлера, Insel Riems, Германия. Изолят APMV птиц клонировали методом предельных разведений, путем заражения РКЭ в разведениях от 10⁻¹ до 10⁻⁷. Титры вирусосодержащей аллантаоисной жидкости в РГА при разведении 10⁻⁷ составили 1:128 – 1:512. Выделе-

ние РНК вирусов проводили с использованием набора QIAamp Viral RNA Mini kit (Qiagen Германия) в соответствии с рекомендациями производителя. РНК экстрагировали из 140 мкл клинических образцов и элюировали в окончательном объеме 50 мкл.

Обратную транскрипцию – полимеразную цепную реакцию (ОТ-ПЦР) проводили на основе одностадийного протокола с помощью набора AccessQuick One-Step RT-PCR Kit (Qiagen Германия) в соответствии с инструкциями производителя с применением праймеров Pan-PMV, к консервативному фрагменту L-гена [14]. Идентификацию вирусов проводили путём секвенирования фрагмента L-гена на автоматическом 8-капиллярном секвенаторе ABI 3500 DNA Analyzer (Applied Biosystems, США) и последующим BLAST-анализом последовательностей. Вирусный геном секвенировали на приборе HiSeq (Illumina, США). В качестве матрицы применяли синтезированную двухцепочечную кДНК с набором RiboClone (Promega, США). Выравнивание и филогенетический анализ секвенированных генов с нуклеотидными последовательностями из GenBank проводили с помощью компьютерной программы MEGA 6.0 методом присоединения соседей на основании 500 выборок, модель Tamura-Nei.

Основные результаты. Проведён вирусологический скрининг 43 образцов архивных материалов (клоакальные и трахеальные смывы), собранных в 2013 г. в системе озер Северо-Казахстанской области от диких птиц водного и околководного комплексов, относящихся к семействам Утиные (Anatidae). В результате первичного заражения пробами на РКЭ из клоакальных смывов выделено четыре ГАА, три от белолобого гуся и один от шилохвости с титрами в РГА 1:256 - 1:512, 7,6 lg ЭИД₅₀/0,2 мл. Изоляты клонировали методом предельных разведений на РКЭ в разведениях от 10⁻¹ до 10⁻⁷. Титры вирусодержащей аллантаоисной жидкостей в РГА при разведении 10⁻⁶ составил 1:128-1:512. В таблице 1 представлены результаты РТГА новых изолятов АРМВ с гомологичными и референсными диагностическими сыворотками.

Как видно из таблицы все четыре казахстанских изолята ПМВ, в том числе АРМВ-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 в титре 1:320 взаимодействовали с гомологичными иммунными сыворотками и не реагировали или же реагировали в низких титрах с референсными сыворотками к вирусам серотипов 1-9. Секвенирование продуктов амплификации L-гена и последующий BLAST-анализ в GenBank консервативного фрагмента L-гена этих изолятов указа-

ли на значительное генетическое расхождение с ранее известными в науке серотипами ПМВ (Рисунок 1), что позволило предположить о циркуляции на территории Казахстана нового ранее неизвестного геотипа ПМВ.

Таблица 1 - Результаты РТГА казахстанских изолятов АРМВ от диких птиц с кроличьими гипериммунными и референсными сыворотками

Изолят	Иммунная сыворотка к штамму:									APMV-13/ WFG / North KZ/5751/ 2013
	АРМВ-1	АРМВ-2	АРМВ-3	АРМВ-4	АРМВ-5	АРМВ-6	АРМВ-7	АРМВ-8	АРМВ-9	
APMV-13/WFG*/ North Kazakhstan /5750/2013	80	0	0	0	0	0	0	0	40	320
APMV-13/ WFG / North Kazakhstan /5751/2014	80	0	0	0	0	0	0	0	40	320
APMV-13/ WFG / North Kazakhstan /5753/2014	80	0	0	0	0	0	0	0	40	320
APMV-13/pintail/ North Kazakhstan /5759/2014	80	0	0	0	0	0	0	0	40	320

Примечание: * white-fronted goose

Sequences producing significant alignments:

Select: All None Selected: 0

Alignments Download GenBank Graphics Distance tree of results

	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<input type="checkbox"/> Avian paramyxovirus 12 isolate Wigeon/Italy/3920_1/2005, complete genome	289	289	91%	3e-74	73%	KC333050.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus isolate chicken/BYP/Pakistan/2010, complete genome	143	143	91%	2e-30	67%	JN682210.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus isolate NDV/2K35/CH/TN/2003, complete genome	140	140	91%	3e-29	67%	KF740478.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus strain cormorant/US(WI)/18719-03(USGS)/2003, partial genome	140	140	91%	3e-29	67%	GQ288385.2
<input type="checkbox"/> Pigeon paramyxovirus 1 strain PPMV-1/Belgium/03-05843/2003, partial genome	138	138	66%	1e-28	70%	JX901118.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus isolate chicken/CP/Pakistan/2010, complete genome	134	134	91%	1e-27	67%	JN682211.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus isolate 2009_Maji_ML008, complete genome	132	132	83%	4e-27	67%	JF966387.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus strain chicken/Sukorejo/019/10, complete genome	131	131	91%	2e-26	66%	HQ697255.1
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus strain cormorant/US(CA)/92-23071/1997, partial genome	131	131	91%	2e-26	67%	GQ288388.2
<input type="checkbox"/> Newcastle disease virus strain cormorant/Canada/95DC2345/1995, partial genome	131	131	91%	2e-26	67%	GQ288384.2

Рисунок 1 – BLAST-анализ нуклеотидных последовательностей неидентифицированного казахстанского изолята АРМВ-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013

При анализе неидентифицированного изолята APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 выявлено наибольшее сходство (73%) его по L-гену с недавно выделенным ПМВ серотипа 12 [19,20], с остальными вирусами из GenBank индекс дивергенции составил более 33%, что позволило предположительно отнести этот штамм к новому серотипу. На рисунке 2 представлены нуклеотидные последовательности всех шести генов ПМВ-13 (3'-NP-P/V/W-M-F-HN-L-5'), кодирующих восемь белков: NP (493 аминокислотных остатка (ao), P (397 ao), V (241 ao), W(150 ao), M (366 ao), F (545 ao), HN (549 ao), и L (2,199 ao).

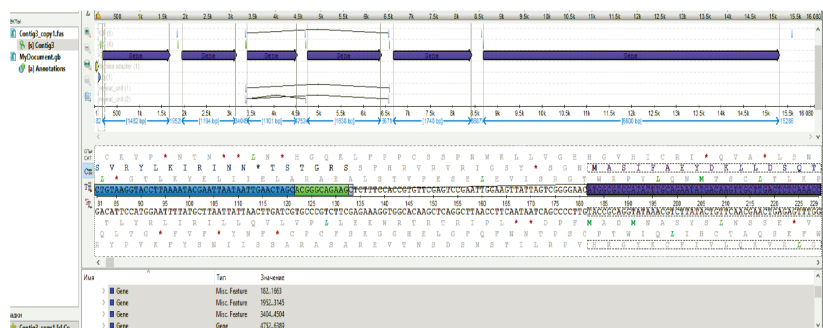


Рисунок 2 – Вид полного секвенированного генома APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 в программе UGENE.

В результате определения нуклеотидной последовательности с помощью секвенатора нового поколения HiSeq 3000 (Illumina) и последующего BLAST-анализа выявлена принадлежность изолята к ПМВ нового 13 серотипа. В соответствии с этим изолят получил обозначение APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013. Филогенетический анализ генов нового казахстанского ПМВ в сравнении с другими из международной базы данных GenBank, представленные на рисунке 4 показал, что казахстанский изолят APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 вместе с ПМВ серотипов 1, 9, 12 и 16 образовал отдельную монофилетическую группу, состоящую из представителей рода Orthoavulavirus внутри которого наиболее филогенетически близким оказался ПМВ-12, выделенный в 2012 г. в Италии.

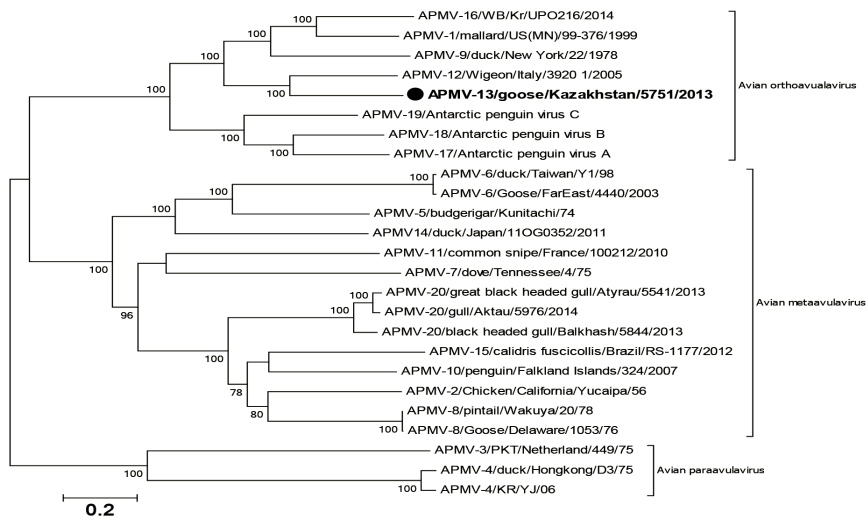


Рисунок 4 – Филогенетические взаимоотношения нового парамиксовируса APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 с другими парамиксовирусами птиц

Заключение. Таким образом, в результате проведенных молекулярно-генетических исследований, подтверждены данные о циркуляции в Казахстане нового для мировой науки ПМВ серотипа 13 (по новой таксономической классификации от 2017 г.). Полученный штамм APMV-13/white-fronted goose/North Kazakhstan/5751/2013 обладает специфической иммуногенностью, позволяющей использовать его в качестве диагностического препарата для выявления антител к ПМВ в сыворотках крови птиц при естественной инфекции. Новый штамм депонирован и хранится в коллекции микроорганизмов РГП на ПХВ «НИИПБ» КН МОН РК (регистрационный номер М-9-16/D от 21.12.2016).

Список литературы

- 1 Alexander D. Newcastle disease, other avian paramyxoviruses, and pneumovirus infections // In.: Diseases of Poultry. – Ames, IA: Iowa State Press, 2003. – 1248 p. PMID: 10935273 (in Eng)
- 2 Miller P., Afonso C., Spackman E. et al. Evidence for a new avian paramyxovirus serotype 10 detected in rockhopper penguins from the

Falkland Islands // Journal of Virology. - 2010. - № 84. - P. 11496-11504. DOI: 10.1128/JVI.00822-10 (in Eng)

3 Briand F., Henry A., Massin P., Jestin V. Complete genome sequence of a novel avian paramyxovirus // Journal of Virology. - 2012. - № 86. - P. 7710. DOI: 10.1007/s00705-017-3588-6 (in Eng)

4 Terregino C., Aldous E., Heidari A. Antigenic and genetic analyses of isolate APMV/wigeon/Italy/3920-1/2005 indicate that it represents a new avian paramyxovirus (APMV-12). // Archives of Virology. - 2013. - № 158. - P. 2233-2243. DOI: 10.1007/s00705-013-1735-2 (in Eng)

5 Yamamoto E, Ito H, Tomioka Y, Ito T Characterization of novel avian paramyxovirus strain APMV/Shimane67 isolated from migratory wild geese in Japan. J Vet Med Sci. 2015; 77:1079-1085. DOI: 10.1292/jvms.14-0529 (in Eng)

6 Karamendin K., Kydyrmanov A., Seidalina A. Asanova S, Sayatov M, Kasymbekov E, Khan E, Daulbayeva K, Harrison SM, Carr IM, Goodman SJ, Zhumatov K. Complete Genome Sequence of a Novel Avian Paramyxovirus (APMV-13) Isolated from a Wild Bird in Kazakhstan // Genome Announc. May/June 2016 vol. 4 no. 3 e00167-16 DOI: 10.1128/genomeA.00167-16. DOI: 10.1128/genomeA.00167-16 (in Eng)

7 Goraichuk I, Sharma P, Stegny B, Muzyka D, Pantin-Jackwood MJ, Gerilovych A, Solodianskin O, Bolotin V, Miller PJ, Dimitrov KM, Afonso CL. Complete genome sequence of an avian paramyxovirus representative of putative new serotype 13. Genome Announc. 2016; 4(4): e00729-16. DOI: 10.1128/genomeA.00729-16 (in Eng)

8 Thampaisarn R, Bui VN, Trinh DQ, Nagai M, Mizutani T, Omatsu T, Katayama Y, Gronsang D, Le DH, Ogawa H, Imai K. Characterization of avian paramyxovirus serotype 14, a novel serotype, isolated from a duck fecal sample in Japan // Virus Res. 2017 Jan 15;228:46-57. DOI: 10.1016/j.virusres.2016.11.018 (in Eng)

9 Thomazelli LM de Araujo J Fabrizio T Walker D Reischak D Omotto T, et al. Novel avian paramyxovirus (APMV-15) isolated from a migratory bird in South America. PLoS ONE. 2017;12(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0177214 (in Eng)

10 Neira V Tapia R Verdugo C Barriga G Mor S Ng TFF García V Del Río J Rodrigues P Briceño C Medina RA González-Acuña D. Novel Avulaviruses in Penguins Antarctica. Emerg Infect Dis. 2017; 23(7): 1212-1214. DOI: 10.3201/eid2307.170054 (in Eng)

1 Бутакова И.Ш., Жуматов К.Х., Даулбаева К.Д., Саятов М.Х. Характеристика казахстанских изолятов парамиксовирусов птиц серотипа 1 // Вестник МН-АН РК. - 1997. - № 4. - С. 15-19.

12 Бейсембаева Р.У., Саятов М.Х., Даулбаева К.Д. и др. Вирусологическое и серологическое обследование диких птиц в г. Алма-Ате и ее окрестностях // В кн.: Экология вирусов. - Москва, 1982. - С. 147-151. Alexander D. Avian Paramyxoviruses // Vet. bullet. - 1980. - Vol. 50. - P. 737-752.

13 Lamb R., Paterson R., Jardetzky T. Paramyxovirus membrane fusion: lessons from the F and HN atomic structures // Virology. - 2006. - Vol. 344. P. 30–37.

14 Calain P., Roux L. The rule of six, a basic feature for efficient replication of Sendai virus defective interfering RNA. J Virol. – 1993. Vol. 67. – P. 4822–4830.

15 Kolakofsky D., Pelet T., Garcin D. et al. Paramyxovirus RNA synthesis and the requirement for hexamer genome length: the rule of six revisited // J Virol. – 1998. – Vol. 72. – P. 891–899.

16 Kim S-H., Xiao S., Shive H., Collins P. et al. Replication, Neurotropism, and Pathogenicity of Avian Paramyxovirus Serotypes 1–9 in Chickens and Ducks // PLoS

17 Reed L., Muench H. A simple method of estimation fifty percent and pints// J. Amer. Hyg. - 1938. - Vol.27. - P. 493-497.

18 Shengqing Y., Kishida N., Ito H. Generation of velogenic Newcastle disease viruses from a nonpathogenic waterfowl isolate by passaging in chickens // Virology. - 2002. - № 301. – P. 206–211. PMID: 12359423 (in Eng).

19 Tong S, Chern Shur-Wern Wang, Li Y, Pallansch M, Anderson LJ. Sensitive and Broadly Reactive Reverse Transcription-PCR Assays To Detect Novel Paramyxoviruses. J Clin Microb. 2008; 46(8):2652–2658. DOI: 10.1128/JCM.00192-08 (in Eng)

20 Shengqing Y., Kishida N., Ito H. Generation of velogenic Newcastle disease viruses from a nonpathogenic waterfowl isolate by passaging in chickens // Virology. - 2002. - № 301. – P. 206–211. PMID: 12359423 (in Eng).

Сейдалина А.Б. - научный сотрудник, магистр биологии, e-mail: luckyai@list.ru

Кыдырманов А.И. - заведующий лаборатории, доктор ветеринарных наук, e-mail: kydyrmanov@yandex.kz

Карамендин К.О. - главный научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: kobey.karamendin@gmail.com

Касымбеков Е.Т. - научный сотрудник, магистр ветеринарии, e-mail: kasymbek.ermuxan@mail.ru

Хан Е.Я. - научный сотрудник, магистр ветеринарии, e-mail: lizaveta4ka@list.ru

Даулбаева К.Д. - старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: daulbaeva47@mail.ru

Сулейменова С.А. - младший научный сотрудник, бакалавр ветеринарной медицины, e-mail: suleyменова.87@inbox.ru

Есентуреева М.О. - лаборант, магистр ветеринарии, e-mail: meruert-e@mail.ru

Саятов М.Х. - доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, e-mail: ecovir@nursat.kz

ГОРНОЕ ДЕЛО

МРНТИ 52.13.19

Р.К. Игизбаев¹, М.К. Игизбаев¹, К.Б. Игизбаев¹

¹Разработка полезных ископаемых и возобновляемые источники энергии. Проектирование, г. Алматы, Казахстан.

БЕЗОПАСНОЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР ЗЕМЛИ ГЛУБОКИМИ КАРЬЕРАМИ

Аннотация. Изложены результаты решения проблем, полученные с помощью применения новой технологии, позволяющей достигать отработку месторождений глубокими карьерами до 2000 м и более, за счет увеличения углов откосов бортов карьера, на основе результатов созданной теории и способов прогнозирования геомеханических катастроф. Также рассмотрены вопросы комбинированной разработки оставшихся запасов проектных потерь, подземным способом. Технология позволяет обеспечить максимальную степень безопасности ведения горных работ, значительно увеличить полноту выемки полезных ископаемых, за счет сокращения проектных и эксплуатационных потерь полезных ископаемых на карьерах до 20-25%, и при комбинированной разработке до 12-15% от общего объема разведанных балансовых запасов месторождения, значительно сократить себестоимость добычи 1т полезных ископаемых, и др.

Ключевые слова: Откос, уступ, борт, прогноз, превенция, сетка скольжения, геомеханическая катастрофа, проектные и эксплуатационные потери.

•••

Түйіндіме. Тау-кен ғылымы мен практикасы тарихында тұңғыш рет, авторлар жасаған теорияға сүйене отырып, 2000м немесе одан да терең карьерлермен қазып алуға мүмкіндік беретін жаңа технологияны қолдана отырып, авторлар алған проблемаларды шешу нәтижелері ұсынылды мансап өрістерінің дамыған кеңістігінде геомеханикалық апаттарды болжау және алдын алу әдістері. Жоба шығындарының қалған резервтерін жерасты әдісі бойынша бірлесіп игеру мәселелері қарастырылады. Авторлар ұсынған технология карьерлердегі пайдалы қазбалардың жобалық және өндірістік ысыраптарын 20-25% дейін және комбинированным әдіспен 12-15% дейін төмендету арқылы кен қауіпсіздігінің максималды дәрежесін қамтамасыз етуге, өндірудің толықтығын едәуір арттыруға мүмкіндік береді. кен орнының жалпы зерттелген баланстық қорының, 1т пайдалы қазбаларды өндіру құнын едәуір төмендетуге және т.б.

Түйінді сөздер: баурай, кемер, жағдау, болжау, болдырмау, сырғу торы, геомеханикалық апат.

Источник финансирования исследований. Работа выполнена в порядке частной инициативы и является частной собственностью авторов.

Abstract. For the first time in the history of mining science and practice, the results of solving problems obtained by the authors using a new technology for the development of mineral deposits, allowing them to achieve deep mining up to 2000m and more, are presented. Increasing the depth of the quarry is carried out by increasing the angles of slopes of the sides of the quarry, based on the results of their theory and methods for predicting and preventing geomechanical disasters in the developed spaces of quarry fields. The issues of combined development of the remaining reserves of project losses by underground method are also considered. The technology proposed by the authors allows to ensure: the maximum degree of safety of mining operations; significantly increase the completeness of the extraction of minerals, by reducing the design and operational losses of minerals in quarries to 20-25%, and with combined development to 12-15%, of the total explored balance reserves of the field; significantly reduce the cost of production of 1 tons of minerals; and etc.

Keywords: Slope, ledge, side, forecast, prevention, slip grid, geomechanical disaster, design and operational losses.

Введение. Интенсивная добыча полезных ископаемых, которая имеет место в настоящее время в горнодобывающей практике, ведет к интенсивному истощению разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, которые являются не возобновляемыми минеральными ресурсами. Решение проблемы восполнения минерально-сырьевых ресурсов возможно следующими путями. В одном случае, это выделение значительных финансовых средств на поиск и разведку новых месторождений и введения их в эксплуатацию. В другом случае, это наиболее полное извлечение уже ранее разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, с обеспечением максимально возможного безопасного способа выемки полезных ископаемых из недр земли, что в свою очередь, зависит от уровня современного проектирования систем подземной и открытой разработки. Современное проектирование этапов и стадий, основных и вспомогательных технологических процессов открытой и подземной систем разработок, основаны на введении в расчеты усредненных физико-механических свойств горных пород, однородных математических моделей важнейших критериев геометрических, физико-механических моделей, полей разрабатываемых пространств недр земли, и др., и выполняются они на устаревших ныне, научных концепциях. Применительно к открытым горным работам, одним из важнейших параметров отработки являются углы откосов бортов карьеров, которые также рассчитываются на основе усредненных показателей физико-механических свойств горных пород и однородных математических моделях. И как правило, углы откосов бортов карьеров согласно этим расчетам [1-5] а также ре-

комендуемым по нормативным документам: инструкциям, ЕПБ, LOP, и др. документам [6-10], на горнодобывающих предприятиях варьируют в пределах 29° - 60° , при этом, нерабочие откосы бортов карьеров, допускается применять на основе проведения научно-исследовательских работ. Принципиальных отличий при расчете углов откосов бортов карьеров по этим методикам – нет. Преимущественно, имеющие фактические значения углов откосов бортов карьеров на действующих горнодобывающих предприятиях варьируют в вышеуказанных пределах и подтверждаются исследованиями [11, 12]. Применением таких проектов (типовых технических проектов) имеем карьеры с малыми значениями их глубин, малых значений углов откосов бортов, проявлений геомеханических катастроф, увеличенных объемов вскрышных работ, и др. И это мировой опыт проектирования открытых горных работ, их этапов, а также основных и вспомогательных технологических процессов. При разработке мощных геологических тел твердых полезных ископаемых и таких значениях углов откосов бортов карьера, проектные потери полезных ископаемых, в бортах карьера и по его глубине, будут в среднем составлять до 72%, а эксплуатационные потери формируются в процессе отработки месторождений, вследствие однородных и/или гетерогенных геомеханических катастроф и их показатели необходимо рассчитывать индивидуально, на каждом отдельно взятом месторождении. Так, на Верхнекамских месторождениях – одних из лучших в мире – в недрах теряется 60-70% и более балансовых запасов [13].

Максимально возможная глубина разработки месторождений открытым способом, при углах откоса бортов карьера, в пределах 29° и прогрессивного в настоящее время угла 55° , средней ширине карьера по верху составляющей до 2,42 км, должна составлять, соответственно, 600 м и 1500 м. Однако, в практике разработки месторождений открытым способом, вследствие применения результатов типовых технических проектов и происхождения однородных и/или гетерогенных геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных полей, карьеров с соответствующими вышеуказанным глубинам – нет.

При подземной разработке месторождений, наиболее распространенной являются системы с открытым выработанным пространством, в частности, камерно-целиксовая, которая характеризуется относительно низкой себестоимостью, высокой производительностью, и удельный вес которой, составляет 25% в общей структуре способов подземной добычи полезных ископаемых. При разработке камерно-целиксовыми системами разработки, проектные потери достигают до 25-30 % от разведанных балансовых запасов в

изолированных целиках, и достигают 40% и более, при оставлении сплошных целиков. При применении изолированных целиков из оставшихся 75-70% балансовых запасов, вследствие происхождения гомогенных геомеханических катастроф, эксплуатационные потери достигают 50% и более на многих месторождениях. Тогда эксплуатационные потери балансовых запасов, составляют 35-37 % от общих разведанных запасов. Суммарное значение проектных и эксплуатационных потерь при оставлении изолированных целиков, составляют 62,5-65 %. При оставлении сплошных целиков, из оставшихся общих 60% балансовых запасов, вследствие происхождения гомогенных геомеханических катастроф, на многих месторождениях эксплуатационные потери балансовых запасов достигают 50% и более, и составляет 30% от общих балансовых запасов полезных ископаемых. Тогда общие потери, при оставлении сплошных целиков, составляют 70% от балансовых запасов. То есть, из разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, выемке подвергаются (37,5-35) % в изолированных целиках, и 30% в сплошных целиках.

Месторождения твердых полезных ископаемых отрабатываемые открытым способом, имеют глубины простираения разведанных балансовых запасов полезных ископаемых на глубины 2 км и более: месторождения Кузбасса, месторождения железных руд Курской магнитной аномалии, рудник Удачный, глубина карьера $H_k=640$ м, ширина карьера по верху $B=2$ км (Россия); месторождения железных руд Тургайского прогиба, месторождения Каратауских фосфоритов (Республика Казахстан); меднорудные месторождения, рудник Бингем (США) $H_k=1200$ м, ширина по верху $B=4$ км; карьеры – Эскондида Пит $B=2,7$ км и $H_k=645$ м и Эскондида Норт (Чили), месторождение Грасберг, $H_k=550$ м и многие др. При этом достаточно значительная часть разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, оставляемые в недрах земли проектантами, списываются в проектные потери. Этими проектами предусматриваются, что оставшиеся по глубине и в бортах карьера разведанные балансовые запасы полезных ископаемых будут отработаны подземным способом. То есть, эти запасы в виду несовершенства выполняемых типовых технических проектов списываются фактически в безвозвратные проектные потери, потому как, вследствие отсутствия безопасной технологии подземной отработки полезных ископаемых оставшихся после открытой разработки, эти месторождения консервируются. Генпроектировщики типовых технических проектов не рассматривают вопросы дальнейшей безопасной разработки консервируемых месторождений подземным способом, а также их экономической целесообразности.

Как видно, никакой речи не может быть о рациональном использовании недр земли, если при открытых и подземных горных работах в недрах земли, списываются в проектные и эксплуатационные потери до 72% и 65-70%, от общего объема разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, вследствие применения результатов типовых технических проектов.

Проведение геолого-разведочных работ по поиску новых месторождений, это актуальная в настоящее время проблема. Резервы по возврату в добычу полезных ископаемых, в первую очередь, необходимо производить на горнодобывающих предприятиях, со значительным уменьшением проектных и эксплуатационных потерь и обеспечением высокой безопасности ведения горных работ, с увеличением глубины разработки, за счёт увеличения углов откосов бортов карьеров, путем внедрения предлагаемых авторами технологий.

При проектировании этапов и стадий, основных и вспомогательных технологических процессов, единичных параметров систем отработки месторождения, их конкретных мест заложения, с учетом ориентировок их, необходимо учитывать кусочно-непрерывный характер изменений геометрических, структурно-тектонических форм, а также обусловленных ими физических полей, поверхностей линий скольжений литологических разностей слагающих месторождение, и др., и на основании этого, необходимо значительно увеличивать глубину разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом, за счет увеличения углов откосов бортов карьеров. Увеличение углов откосов бортов карьеров должны быть выполнены с учетом того, что оптимизация конструкций бортов карьеров должна базироваться на учете реальных физико-механических свойств слагающих его литологических разностей, нарушенности массивов горных пород и гидрогеологических условий, а также технологии разработки, что и является целью достижения применения технологии авторов. В этом случае будет обеспечена максимально возможная полнота выемки разведанных балансовых запасов полезных ископаемых, с обеспечением максимальной степени безопасности его отработки.

Объектами, на которых возможно применение предлагаемых авторами технологий, могут быть: новые, вновь проектируемые, действующие, находящиеся на стадии консервации, законсервированные месторождения полезных ископаемых, на которых списываются или ранее были списаны в безвозвратные проектные и эксплуатационные потери значительные объемы разведанных балансовых запасов полезных ископаемых и которые представляют экономический интерес для их дальнейшей разработки.

Основные факторы оказывающие влияние на устойчивость бортов откосов карьера и причины возникновения гомотенных геомеханических катастроф. На устойчивость откосов уступов и бортов откосов карьера влияют следующие основные факторы: вредное воздействие подземных вод на породы слагающие борт карьера; вредное воздействие проводимых массовых взрывов; отсутствие реальных математических моделей между формами разрабатываемых участков пространств недр земли к их физико-механическим свойствам (геомеханический фактор). В статье авторы рассматривают геомеханический фактор, являющийся основным, при обеспечении прочности (устойчивости) откосов уступов и бортов откосов карьера и решается он применением разработанных авторами способов прогнозирования и превенции гомотенных и/или гетерогенных геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных полей, и принятием на основании этого, наиболее оптимальных схем вскрытия, системы разработки, направлений развития фронтов горных работ, с определением осей понижения горных работ, ликвидации искусственно созданных и управляемых опасных очагов обрушений, и др., с целью исключения этих негативных проявлений.

Цель данных научно-технических мер – обеспечение максимальной безопасности ведения горных работ, максимально возможной полноты выемки, снижения себестоимости добычи 1 т, при открытой, подземной и комбинированной системах разработки.

Методы исследований. Методы математической теории топоповерхности; Методы математической геотектоники [14]. Разработанные авторами на основе сочетания перечисленных выше двух методов, а также методов Механики деформируемых сред (Теории упругости и Теории пластичности) – методов новой ветви науки Механики месторождений полезных ископаемых [15-20]. Научной основой созданной авторами теории и способов прогнозирования и превенции геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных и шахтных полей, а также включающей комбинированную систему разработки, служила разработанная научным руководителем, кандидатом технических наук К.Б. Игизбаевым: «Геоструктурной теории прочности и их хрупко, а также псевдопластического разрушений конструкций систем подземной и открытой эксплуатации месторождений полезных ископаемых, сложенных множествами криволинейно-анизотропных геологических тел полезных ископаемых и вмещающих пород».

Результаты исследования. Многолетними исследованиями авторов и ведущих специалистов геомехаников во всем Мире выявлено отсутствие технологий на основании которых возможно

выполнить прогнозирование и превенцию геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных и шахтных полей. Авторами открыт закон хрупкого, а также псевдопластического разрушений анизотропных скальных массивов горных пород, при внесении в них конструкций открытой или подземной систем разработок. Разработана и апробирована теория прочности криволинейно-анизотропных скальных массивов горных пород, тогда как в настоящее время существует только лишь теория прочности для изотропных тел. Предлагаемые технологии не имеют мировых аналогов и являются пионерскими, а также не нуждаются в проведении дополнительных экспертиз на их техническую осужествимость.

Для понимания сути технологии авторов, введем следующие понятия и определения. К понятию глубокий карьер относятся карьеры имеющие глубину 1200 м и более, и принят он авторами, на основании существующего в настоящее время самого глубокого карьера «Бингем». **Линии скольжений** – следы максимальных касательных напряжений, которые характеризуют наиболее прочное (устойчивое), естественное состояние выработанного пространства. **Углы естественных откосов** выработанных пространств скальных и полускальных горных пород, при открытой и подземной системах разработки, определяются максимальными величинами углов падений одной из систем линий скольжений, являющимися следами максимальных касательных напряжений, либо в сторону выработанного пространства, либо в сторону нетронутого массива горных пород и ограничиваются поверхностями подошвы и кровли горных выработок. В зависимости от этого, для условий открытой разработки, углы естественных откосов уступов скальных и полускальных горных пород могут принимать значения величин углов откосов в пределах $(45-90)^{\circ}$, а также могут принимать и отрицательные значения углов естественных откосов выработанных пространств. Они характеризуют собой наиболее прочное (устойчивое) естественное состояние выработанного пространства, и приводят окружающее его пространство в равновесно-устойчивое положение. Для условий открытых горных работ, совокупность множеств значений естественных углов откосов уступов различных литологических разностей скальных и полускальных горных пород, определяют естественные углы откосов бортов карьера. Углы естественных откосов выработанных пространств рыхлых отложений определяются прочностью (устойчивостью) подстилающих их массивов скальных и полускальных горных пород. Для условий подземной разработки – угол естественного откоса целика и кровли камер.

Описание технологии. Прочность (устойчивость) выработанного пространства при открытой или подземной системе разработок не определяются единичными замерами физико-механических свойств горных пород или же их усредненного значения, а также применениями в расчетах однородных математических моделей, которые применяются при моделировании бортов откосов карьеров, а определяются направлениями и ориентациями поверхностей линий скольжений (сетки скольжений), или же, что то же самое, следами максимальных касательных напряжений, разрабатываемых авторами, относительно самого выработанного пространства и массивов нетронутых горных пород, конкретно слагающих месторождение тектонических структурных форм, и которые ограничиваются линиями подошвы и кровли конструкций систем открытой и подземной разработок. Изменение направлений и ориентаций линий скольжений в массиве горных пород относительно выработанных пространств и нетронутых массивов, характеризуют изменение прочностных и деформационных свойств горных пород, вследствие чего расчеты авторов основываются не на усредненных или же единичных замерах значений физико-механических свойств горных пород, а учитывают направления, значения и изменения вышеуказанных свойств массивов горных пород, которые и определяют прочность (устойчивость) конструкций выработанных пространств, при внесении их в пространство недр подвергаемых очистной выемке.

Прочность (устойчивость) выработанных пространств карьерных полей определяется объединением совокупности множеств естественных углов откосов уступов, которые представляют генеральную поверхность устойчивости выработанных пространств карьерных полей, и в свою очередь, они определяют углы естественных откосов бортов карьера. Разработан метод их расчета в планах и разрезах горных работ, который представляет отображения их в виде сеток скольжений. (Рисунки 1-3). После построения сетки скольжений, построение естественных устойчивых углов откосов уступов и естественных устойчивых углов бортов откосов карьера, будет сводиться к простому подбору их из множества разно ориентированно построенных линий скольжений, как рудных, так и породных литологических разностей. Естественные углы откосов уступов согласно расчетно-определенных линий скольжений, после принятия технических мер, связанных с определением осей понижений и направлений развития фронтов горных работ и др., будут принимать преимущественно углы равные 90° , и при всем своем желании, придать этому углу меньшее значение, не приведет к желаемому результату.

На рисунке 1 приведена разработанная сетка скольжения построенная на основе геологических материалов одного из железорудных месторождений, с указанием опасных очагов обрушений - (1-14), соответствующих ведению горных работ на основе типового технического проекта, с расположением капитальной траншеи, в данном случае, по центру карьера и понижением горных работ по оси I-I, а также направлениями развития фронтов горных работ в двух направлениях - западном и восточном. В данном случае, незнание конфигураций и пространственных дислокаций опасных очагов обрушений, законов их разрушений, а также ведения горных работ по типовому техническому проекту, повлечет за собой проявления геомеханических катастроф, с разрушением уже оформленных контуров карьерного поля, вследствие несоответствия вновь получаемых форм выработанных пространств согласно типового проекта. Геомеханические катастрофы будут сопровождаться совершениями сдвиговых деформаций вышележащих горизонтов с разрушением рабочих площадок, а также их откосов уступов, и бортов откосов карьера. Это повлечет за собой затраты на восстановление и разноску вышележащих горизонтов, внесения изменений в контуры проектного карьерного поля, изменения проектных глубин карьера и уменьшения углов откосов уступов и бортов откосов карьера.

Рассмотрим разработку данного месторождения полезных ископаемых на основе типовых технических проектов, с углами откосов бортов карьеров $\alpha=29^\circ$, прогрессивного в настоящее время угла $\alpha=55^\circ$, их средневзвешенного значения $\alpha=42^\circ$, на максимально возможные глубины отработки месторождения, $H_k = 600\text{м}$, $H_k = 1000\text{ м}$, $H_k = 1500\text{м}$, при ширине карьера по верху равной 2420м. (Рисунок 2) При этом авторы изначально закладывают в расчеты, условия исключаящие геомеханические катастрофы на карьерах, путем применения способов прогнозирования и превенции геомеханических катастроф разработанных по предлагаемой технологии, с углами откосов бортов карьера равных $\alpha=29^\circ$, $\alpha=55^\circ$, их средневзвешенного значения $\alpha=42^\circ$, разработанных по типовым техническим проектам, и как следствие, отсутствия эксплуатационных потерь полезных ископаемых. Данное условие авторы допускают из предположения, что мы не знаем, какие технические меры предпримет инженерный персонал горнодобывающего предприятия, на котором произойдут геомеханические катастрофы, но в любом случае, данное условие, значительно улучшает технико-экономические показатели, выполненные по типовым техническим проектам. На рисунке 2 предлагается схема вскрытия данного карьерного поля разрезными траншеями по линиям: I, II, III, IV, V, VI,

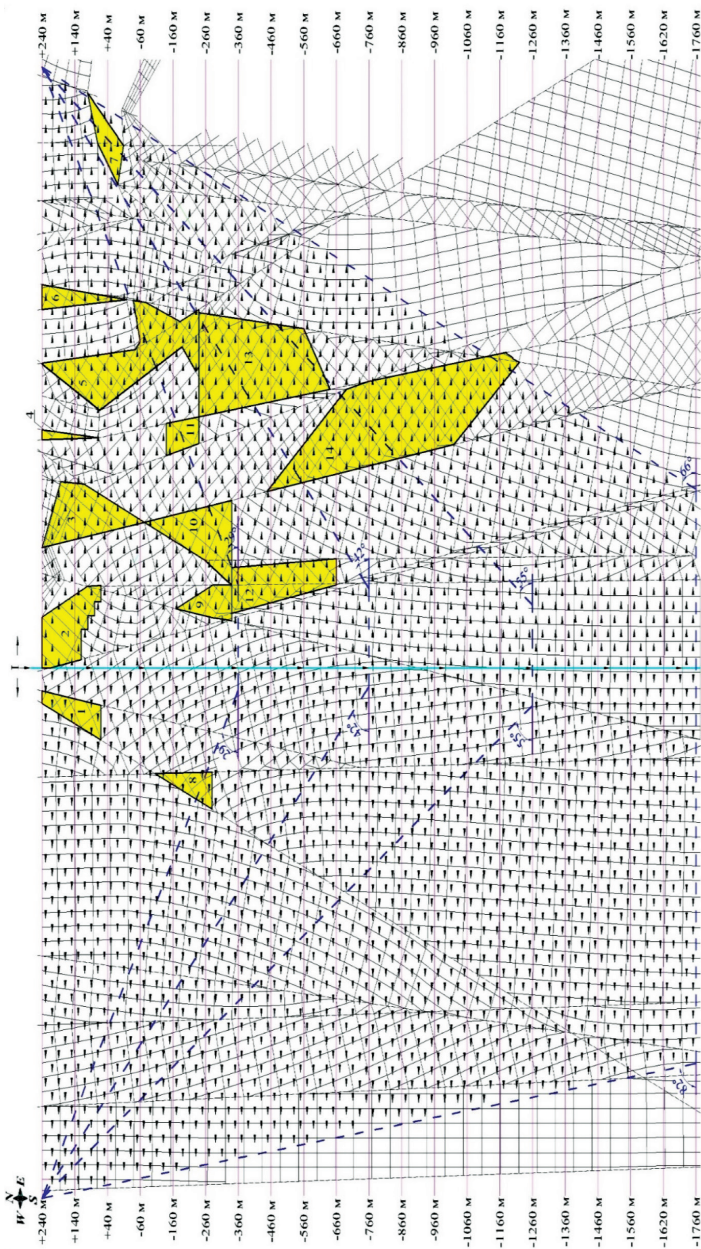
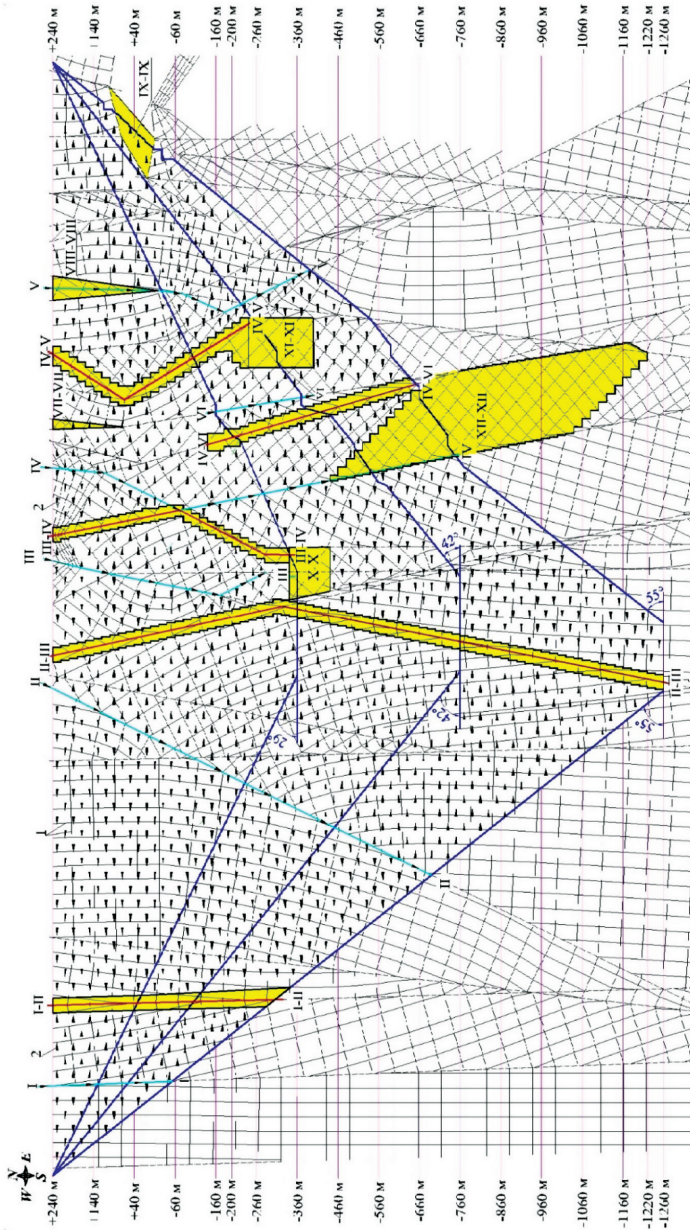


Рисунок 1 - Конфигурация и пространственные дислокации опасных очагов обрушений (1-14), имеющие место при разработке месторождения согласно типового проекта с осью понижения горных работ по центру месторождения, по линии I-I, и развитии направлений фронтов горных работ в западном и восточном направлениях, на проектные глубины, с углами откосов бортов карьера, $\alpha=29^\circ$, $\alpha=55^\circ$, и их средневзвешенного значения $\alpha=42^\circ$, а также разработанных по данной технологии $\alpha=82^\circ$ и $\alpha=66^\circ$.

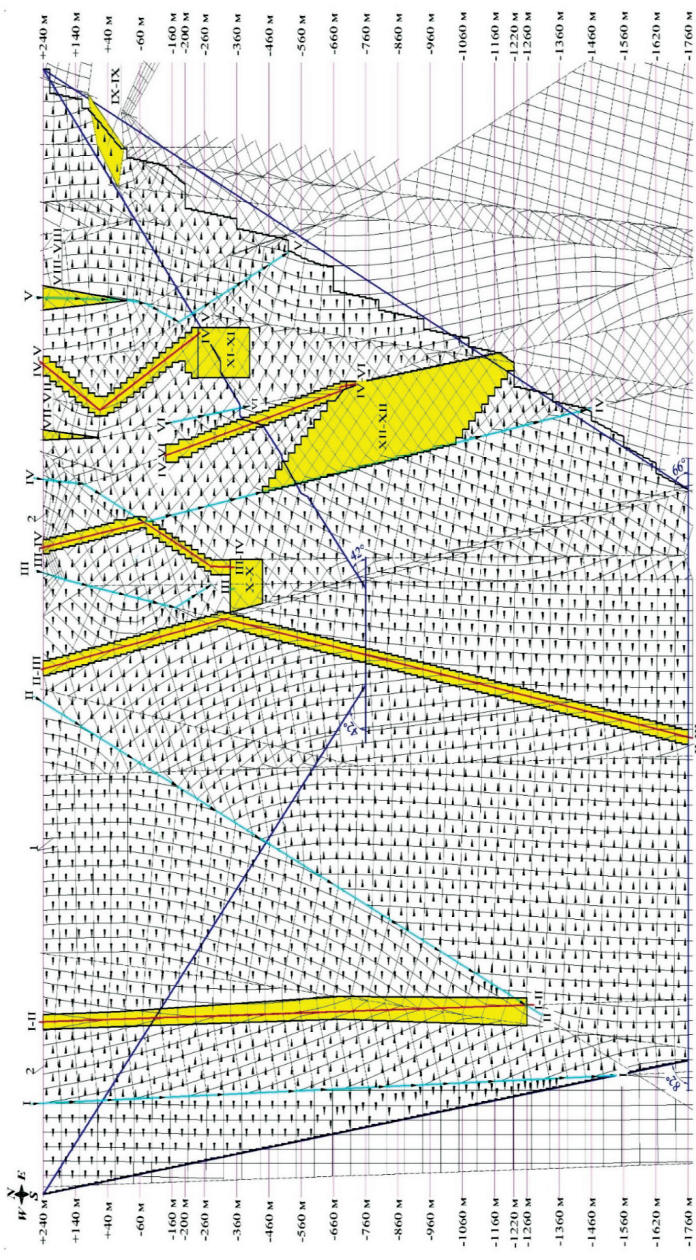
с указанием их глубин и направлений развития горных работ, которые в конечном счете будут формироваться в одну капитальную траншею, по технологии авторов. Ликвидация опасных очагов (X-X), (XI-XI), (XII-XII), возможна двумя способами. В областях оформления конечных контуров, для углов бортов карьеров 29° , 42° и 55° , необходима отработка их с подступной выемкой, с высотой уступа 10м, а в остальных случаях их единовременным погоризонтным взрыванием. Кроме того, отбойка этих опасных очагов обрушений требует разработки специальных проектов проведения буровзрывных работ, в целях исключения подбоя рабочей площадки, а также откоса уступа вышележащих горизонтов. Результатами этого, являются применение технических мер по предлагаемой технологии, которые предусматриваются на восточных бортах карьеров с углами равных $\alpha=29^{\circ}$, $\alpha=55^{\circ}$, $\alpha=42^{\circ}$, по предотвращению геомеханических катастроф на отметках, соответственно, гор.: (-160м)-(-220м), (-340м)-(-360м); гор.: (-240м)-(-440м), (-500м)-(-580м); гор.: (+90м)-(-10м), (-420м)-(-710м).

На рисунке 3 предлагается схема вскрытия данного карьерного поля разрезными траншеями и понижениями горных работ по линиям: I, II, III, IV, V, VI, с указанием их глубин и направлений развития фронтов горных работ, которые в конечном счете будут формироваться в одну капитальную траншею. Именно при такой схеме понижения горных работ и совокупности соответствующих им схем направлений развития фронтов горных работ, последовательности отработки геолого-структурных блоков, будут исключены гомогенные и/или гетерогенные геомеханические катастрофы в выработанных пространствах карьерных полей. При отработке данного месторождения, по технологии авторов, опасные очаги (X-X), (XI-XI), (XII-XII), полностью включены в контур карьерного поля и подлежат их отработке, без оставления этих опасных очагов обрушений в прибортовой части карьерного поля. На рисунках 2,3. приведены технические меры, когда изменениями схем вскрытий, систем разработки и направлений развития фронтов горных работ, эти опасные очаги преобразуются в безопасные. Разрабатываются искусственные, управляемые опасные очаги: (I-II)-(I-II), (II-III)-(II-III), (III-IV)-(III-IV), (IV-V)-(IV-V), (IV-VI)-(IV-VI), (VII-VII), (VIII-VIII), (IX-IX), (X-X), (XI-XI), (XII-XII), которые легко ликвидируются путем их единовременного погоризонтного взрывания. Углы естественных откосов уступов, при разработанных направлениями развития горных работ, будут преимущественно составлять углы равные 90° .

Построенная сетка скольжений позволяет использовать ее по применимости различных высот уступов. Данное месторождение можно отработать с высотой уступа 40 м или же применением вы-



1 – линии скольжений; 2 – направления развития фронтов горных работ: I-I, II-II, III-III, IV-IV, V-V, VI-VI – оси понижений горных работ на участках: I, II, III, IV, V, VI; (I-II)-(I-II), (II-III)-(II-III), (III-IV)-(III-IV), (IV-V)-(IV-V), (V-VI)-(V-VI), (VI-VII), (VII-VIII), (IX-X), (X-XI), (XI-XII) – искусственные, управляемые опасные очаги обрушений, разработанные по технологии авторов. Рисунок 2 - Предлагаемые технические меры, с применением которых будут исключены гомогенные и/или гетерогенные геомеханические катастрофы по результатам типовых проектов, с расчетными значениями углов откосов бортов карьеров: $\alpha=29^\circ$, $\alpha=55^\circ$, и их средневзвешенного значения $\alpha=42^\circ$.

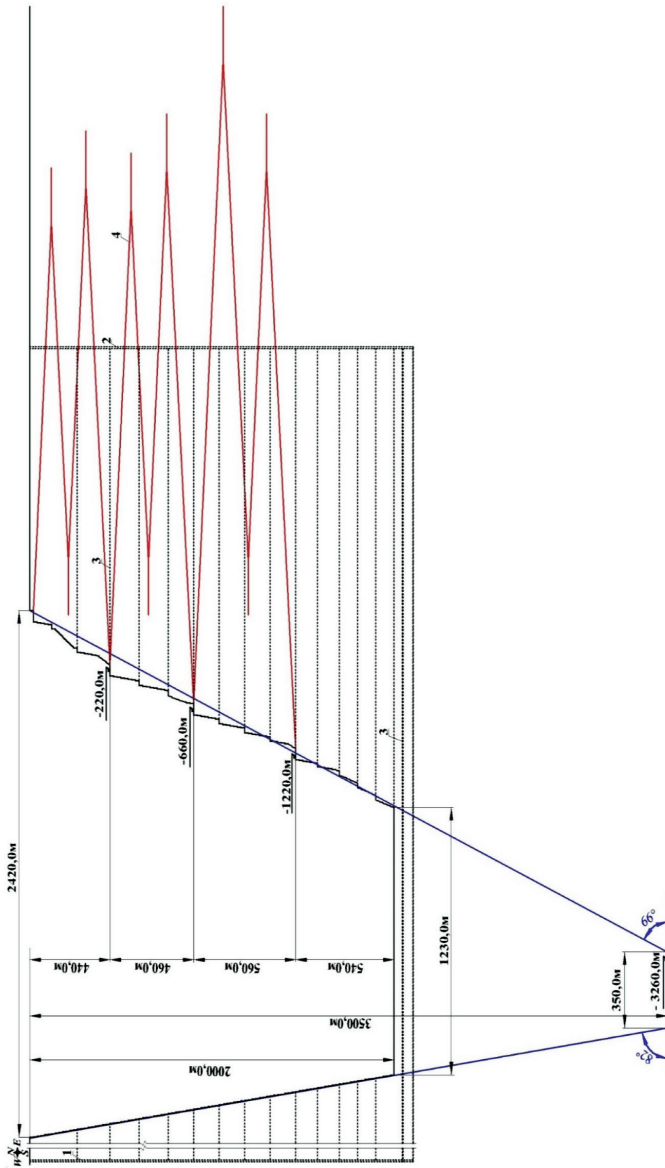


1 – линии скольжения; 2 – направления развития фронтов горных работ; I-II, III-III, IV-IV, V-V, VI-VI – оси понижений горных работ на участках: I, II, III, IV, V, VI; (I-II)-(I-II), (II-III), (III-III), (III-IV), (IV-IV), (IV-V), (V-V), (V-VI), (VI-VI), VII-VIII, VIII-VIII, IX-IX, X-X, XI-XI, XII-XII – искусственные, управляемые опасные очаги обрушений, разработанные по технологии авторов.

Рисунок 3 - Предлагаемые технические меры, с применением которых будут исключены гомогенные и/или гетерогенные геомеханические катастрофы при разработке глубокого карьера, с расчетными значениями углов откосов бортов карьеров: $\alpha_n = 82^\circ$, $\alpha_p = 66^\circ$.

соких уступов 50–60 м. Для отработки месторождений 40 м и 50–60 м уступами в настоящее время эксплуатируются экскаваторы, позволяющие отработку таких уступов без нарушений ЕПБ и ПТЭ, и др. Это в свою очередь, позволит: уменьшить сроки ввода в эксплуатацию горнодобывающего предприятия, путем обеспечения быстрого вскрытия и подготовки к выемке полезных ископаемых; сократить число циклов технологических процессов при добыче полезных ископаемых; увеличить скорость понижения горных работ; и др. Для обеспечения высокой производительности работ экскаваторов с высокими значениями максимальных высот черпания, достигающих 50–60 м, будут необходимы использования мощных автосамосвалов, бурового оборудования с большими диаметрами бурения и показателями глубин бурения, нежели имеющихся в настоящее время, и др. То есть, необходимо полное техническое перевооружение горного оборудования, что повлечет за собой развитие горной машиностроительной отрасли промышленности. Полученные технико-экономические результаты при разработке данного месторождения по типовым техническим проектам с углами откосов бортов карьеров равных $\alpha=29^\circ$, $\alpha=55^\circ$, их средневзвешенного значения равного $\alpha=42^\circ$, сравним с получаемыми показателями по технологии авторов, с углами откосов бортов карьера: нерабочего $\alpha_n=82^\circ$, и рабочего $\alpha_p=66^\circ$, которые приведены в таблицах 1–2. Теоретические основы прогнозирования и превенции геомеханических катастроф с обоснованием: схем вскрытия, системы разработки, выбора направлений развития фронтов горных работ, перечня технических мер по ликвидации проявлений последствий обрушений опасных очагов приведены в публикации [17].

При отработке месторождений глубокими карьерами будут возникать проблемы связанные: со вскрытием глубоких горизонтов, осушением месторождения и проветриванием глубоких горизонтов. Вскрытие глубоких горизонтов. Для обеспечения высокой производительности горнодобывающего предприятия, глубокие горизонты: -200м, -660м, -1220м будут вскрываться железнодорожными тоннелями (далее, ж/д тоннелями), с обустройствами на этих горизонтах 3–5 перегрузочных складов, с выходами их на дневную поверхность с отметкой +220м. Проходка ж/д тоннелей будет проводится после районирования трассы их строительства по степени прочности массивов горных пород, с минимальными затратами на обустройство железобетонного крепления тоннелей. Строительство ж/д тоннелей производится в три очереди. (Рисунок 4). Первая очередь строительства ж/д тоннелей с выходом на отметку -200м должна быть построена на момент понижения горных работ ниже отметки -200м, и также, соответственно, и для строительства тоннелей с выходами на горизонты -660м и -1220м. Ж/д тоннели будут построены



1 – западный ствол; 2 – восточный ствол; 3 – горизонтальные горные выработки; 4 – железнодорожные тоннели.

Рисунок 4 - Разработка месторождений глубоким карьером 2000 м и комбинированной подземной системой разработки, со вскрытием глубоких горизонтов железнодорожными тоннелями и обеспечением осушения подземным дренажным комплексом

отдельно для грузовых и порожних ж/д составов. Проходка порожних и грузовых ж/д тоннелей будет осуществляться с попутной добычей полезных ископаемых. По мере понижения горных работ, на каждом из вышеуказанных горизонтах будет оставлено по 1 перегрузочному складу, с целью транспортировки руды добываемой подземным способом, что позволит максимально увеличить производительность подземных горных работ и снизить себестоимость добычи подземным способом. Максимально возможная глубина отработки данного месторождения по технологии авторов достигает глубины до 3500м, при оставлении ширины карьера по верху 2420 м. **Опыт работы.** К.Б. Игизбаевым были внесены изменения в технический проект генерального проектировщика по расчету и обоснованию рациональной конструкции крепи ж/д тоннелей Сарбайского карьера, с сокращением сроков ввода их в эксплуатацию [18].

Решение **проблем осушения** предусматривается строительством и эксплуатацией кольцевого дренажного комплекса. **Опыт работы.** К.Б. Игизбаевым разработана теория и способ осушения сильно обводненных месторождений полезных ископаемых и были проведены положительные промышленные апробации, внедрения и получены положительные результаты, на предприятиях Соколовский подземный рудник, Качарское, Васильковское месторождения, уранового рудника Восточный. В свое время, научным руководителем К.Б.Игизбаевым, путем внесения изменений в проект осушения и системы разработки, выполненного Генеральным проектировщиком Соколовского подземного рудника, было предотвращено затопление рудника подземными водами, с изменением системы разработки. Экономический эффект при осушении Соколовского подземного рудника при внедрении технических мер разработанных Игизбаевым К. Б. составил 11 млн. долл. [19]. После начала отработки месторождения подземным способом, резко сократятся расходы на осушение месторождения, поскольку можно будет начать затопление нижних горизонтов, как карьера, так и отработанных подземных горных выработок. Проветривание карьера будет предусмотрено путем естественного и искусственного проветриваний. Оставшиеся проектные потери полезных ископаемых от общих разведанных балансовых запасов полезных ископаемых месторождения, после отработки его открытым способом, будет произведено путем его подземной выемки. После районирования шахтного поля по степени прочности, авторами будут выбраны наиболее оптимальные системы разработки. Предварительно, на основе имеющейся сетки скольжения рекомендуются основные системы разработки – камерно-целиковая, этажно-камерная система разработки с последующей закладкой выработанного пространства. При разработке технического проекта, выемка полезных

ископаемых подземным способом будет пополнена наиболее экономически целесообразными системами разработки, исходя из условий геологического строения рудного тела. Было разработано предпроектное решение отработки Акжалского месторождения подземным способом, с обоснованием выбора системы разработки и улучшением технико-экономических показателей, когда себестоимость добычи подземным способом сократилась по сравнению с открытой разработкой [20]. В таблицах 1, 2 приведены технико-экономические показатели получаемые при разработке месторождений полезных ископаемых глубокими карьерами и комбинированной подземной системой отработки, выполненные авторами, в сравнении с показателями получаемыми по типовым проектам.

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели получаемые при разработке месторождений глубокими карьерами по предлагаемой технологии в сравнении с типовыми проектами

	Отработка карьера глубиной 2000 м. Углы бортов откосов: рабочий - 66°, не рабочий - 82°	Отработка карьера по типовым проектам, при различных углах бортов откосов		
		рабочий - 29°, не рабочий - 29° глубина 600 м	рабочий - 55° не рабочий - 55° глубина 1500 м	рабочий - 42° не рабочий - 42° глубина 1000 м
Объемы железной руды в контуре карьерного поля, при объеме запасов в 6000 млн.т, млн.т / %	4601 / 76,6%	1007 / 16,8 %	2497 / 41,61%	1669 / 27,81%
Объемы полезных ископаемых списываемых в безвозвратные проектные потери млн.т / %	1399 / 23,3%	4993 / 83,2%	3503 / 58,38%	4331 / 72,19%
Выручка от реализации железной руды с содержанием железа 60%, при стоимости 60 долл./т, млн. долл.	276060	60420	149820	100140
Затраты на добычу открытым способом, при себестоимости 15 долл./т, млн. долл.	69015	15105	37455	25035
Валовая прибыль от продажи руды, млн. долл. / %	207045 / 100%	45315 / 21,88%	112365 / 54,27%	75105 / 36,3%
Срок отработки рудных запасов, при производительности 50-75 млн.т/г, год	92,0 – 61,3	20,1 – 13,4	50,0 – 33,3	33,4 – 22,3

Таблица 2 - Технико-экономические показатели от внедрения предлагаемой технологии при разработке месторождений глубокими карьерами и отработки оставшихся объемов проектных потерь подземным способом

	Показатели
Объемы списанные в безвозвратные проектные потери от запасов в 6000, млн. т, при отработке по предлагаемой технологии, млн. т/%	1399 /23,3%
Объемы извлекаемые подземной системой разработки, с учетом проектных потерь - пройденных транспортных выработок, обеспечения прочности углов откосов бортов карьера, и др., составляющих 50%, млн. т	699
Выручка от продаж руд обрабатываемых подземным способом, с содержанием железа 60%, и стоимостью 60 долл./1т, млн. долл.	41970
Средняя себестоимость добычи добываемых по предлагаемой технологии подземным способом стоимостью 20 долл./1т млн. долл.	13990
Валовая прибыль от продаж добываемых по предлагаемым технологиям, млн. долл.	27980
Срок отработки запасов железных руд, по предлагаемым технологиям при добыче 3 млн.т/год, год	233
Общий объем добываемых полезных ископаемых при открытой и подземной разработке относительно разведанных запасов в 6000 млн. т, млн.т./%	5300 /88,34%
Объемы списываемых в безвозвратные проектные потери от объема в 6000 млн.т, млн. т/%	700 /11,66
Общая валовая прибыль от продаж 5300 млн. т, млн. долл.	235025
Общий срок отработки объемов в 5300 млн. т, открытым и подземным способами, год	325-294,3

Примечание. 1. Расчет валовой прибыли полезных ископаемых производится только лишь по его основному компоненту. При учете в расчетах сопутствующих компонентов, валовая прибыль в среднем увеличится на 20% и будет составлять 282030 млн. долл. 2. Сроки отработки оставшихся проектных потерь подземным способом можно значительно сократить путем одновременной совместной отработки месторождения. 3. Цена 1 т железной руды со средним содержанием железа 60%, на товарной бирже на 01.10.2019 г. составляла 60 долл. США.

Обсуждение результатов.

1. При разработке общих объемов разведанных балансовых **запасов полезных ископаемых**, составляющих 6 млрд.т, по типовым техническим проектам, при соответствующих средневзвешенным углам откосов бортов карьера $\alpha=42^{\circ}$:

- средневзвешенные добываемые объемы в контуре карьерного поля составляют - 27,81%;

- средневзвешенные проектные и эксплуатационные потери - 72,19%; (таблица 1.).

2. При предлагаемой технологии отработки месторождений полезных ископаемых глубокими карьерами, при углах откоса бортов карьера $82-66^\circ$:
- объемы добычи в контуре карьерного поля, достигают - 76,6%;
- проектные и эксплуатационные потери составляют – 23,4%; (таблица 1.).

При разработке месторождений глубокими карьерами по технологии авторов, проектные и эксплуатационные потери полезных ископаемых в сравнении с выполненными по типовым техническим проектам, согласно средневзвешенным углам откосов бортов карьера $\alpha=42^\circ$, сокращаются в 3 раза.

3. Общие объемы полезных ископаемых, добываемых по предлагаемой авторами технологии с применением глубоких карьеров и комбинированной системой разработки составляют – 88,34%. (таблица 2.).

4. Общие объемы проектных и эксплуатационных потерь полезных ископаемых по предлагаемой авторами технологии с применением глубоких карьеров и комбинированной системой разработки составляют – 11,66%. (таблица 2.).

Проектные и эксплуатационные потери при разработке месторождений твердых полезных ископаемых глубокими карьерами и комбинированной системой разработки выполняемых по данной технологии в сравнении с выполняемыми по типовым техническим проектам, согласно средневзвешенным углам откосов бортов карьера $\alpha=42^\circ$, сокращаются в 3,77 раза.

5. Основной причиной невозможности отработки месторождений глубокими карьерами до 2000 м и более, и значительных объемов проектных и эксплуатационных потерь полезных ископаемых, получаемых по результатам типовых технических проектов, до настоящего времени, являются невозможности прогнозирования и превенции, и в результате этого, происхождения гомогенных и/или гетерогенных геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных полей, вследствие отсутствия теорий и способов их прогнозирования и превенции. Этот пробел горной науки восполнен усилиями авторов, разработкой ими готовых к внедрению в производство предлагаемых технологий.

Выводы. Добыча природных ресурсов растет в связи с увеличением численности населения в мире. По оценкам специалистов, рост потребления минеральных ресурсов, как в количественном, так и в «ассортиментном» отношении возрастает примерно на 5% в год. В связи с постепенным истощением легкодоступных, неглубоко залегающих запасов полезных ископаемых, а также снижением финансирования геологоразведочных работ по поиску новых месторождений, и как следствие, снижения прироста сырьевых запасов, вынуждают горнодобывающие компании увеличивать глубину работ на открытых и подземных горных работах, с целью увеличения полноты выемки и удовлетворения спроса на минеральное сырье. Новизна работы заключается в предложении теорий и способов прогнозирования и превенции геомеханических катастроф в выработанных пространствах карьерных и шахтных полей, позволяющих обеспечить полноту выемки разведанных ба-

лансовых запасов, при разработке месторождений открытым способом и разработки оставшихся проектных потерь комбинированным подземным способом, значительного продления сроков службы предприятий. Технология отработки месторождений глубокими карьерами до 2000 м, за счёт увеличения углов откосов бортов карьера до 66-82°, и, последующей комбинированной подземной разработки проектных потерь полезных ископаемых оставшихся после открытых горных работ, выполненных по результатам районирования карьерных и шахтных полей по степени прочности, позволят сократить проектные и эксплуатационные потери, до значений, соответственно, 20-25% и до 12-15%, от общих объемов.

Список литературы

- 1 *Пустовойтова Т.К., Кагермазова С.В.* Инженерно-геологическое обеспечение прогноза устойчивости бортов карьеров // Маркшейдерское дело в социалистических странах. - Т. II. - Л.: ВНИМИ, 1988. - С. 250 - 256.
- 2 *Фисенко Г.Л.* Предельное состояние горных пород вокруг выработок. - М.: Недра, 1976. - 271 с.
- 3 *Афанасьев Б.Г.* Методика расчета устойчивости откосов с крутопадающей слоистостью. - Л.: ВНИМИ, 1982. - 10 с. / Деп. в ЦНИЭИуголь, 15.06.82., № 2391.
- 4 *Сапожников В.Т., Афанасьев Б.Г.* Приближенный способ определения параметров устойчивых откосов в массиве с крутопадающей слоистостью // Сдвижение и деформации массива при разработке месторождений с учетом структуры и механических свойств горных пород: Сб. науч. тр. - Л.: ВНИМИ, 1982. - С. 35 - 39.
- 5 *Мочалов А.М.* Оценка устойчивости бортов карьеров по наблюдаемым деформациям // Совершенствование методов расчета сдвижений и деформаций горных пород, сооружений и бортов разрезов при разработке угольных пластов в сложных горно-геологических условиях: Сб. науч. тр. - Л.: ВНИМИ, 1985. - С. 42 - 52.
- 6 ПБ 03-498-02 Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, Утверждены Госгортехнадзором России – М.: Госгортехнадзор России, 2003. – 146 с.
- 7 Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. - Л.: ВНИМИ, 1972. - 166 с.
- 8 Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах, С.-Пб, ВНИМИ, 1998. – 207 с
- 9 Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости. - Л.: ВНИМИ, 1987. - 118.
- 10 *Джон Рид, Питер Стейси.* Руководство по проектированию бортов карьеров / Австралия, 2011

11 Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Долгонос В.Н., Радей К., Станькова. Мониторинг состояния откосов уступов и бортов карьеров монография /Чешская Республика.: Здибы, 2015.- 350с.

12 Ракишев Б.Р., Ковров А.С., Кожантов А. У., Сейтулы К. Проблема оползней на карьерах // мат.междун. конф. Форум горняков, Днепропетровск, НГУ, 2015 – С. 3 – 9.

13 Методическое руководство по определению, оценке, нормированию и учету показателей полноты и качества разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук Москва, 2012.

14 Гзовский М.В. Математика в геотектонике, Москва, Недра, 1971. – 240с.

15 Игизбаев Р.К., Игизбаев М.К., Игизбаев К.Б. Разработка превентивных мер по предупреждению геомеханических катастроф в открытых выработанных пространствах шахт // Комплексное использование минерального сырья – 2008. - №2. – С.3-13.

16 Игизбаев К.Б., Игизбаев М.К., Магер А.Н., Игизбаев Р.К. Происхождение, прогноз и превенция гетерогенных геомеханических катастроф в угольных шахтах» // Мировая наука – 2017. - №7 (7) – С.117-134.

17 Игизбаев Р.К., Игизбаев К.Б., Игизбаев М.К. Прогнозирование и превенция гомогенных геомеханических катастроф на эксплуатационных карьерах (новая технология) // Новости Науки Казахстана – 2019.- №1 (139) – С. 58-84.

18 Игизбаев К.Б., Мунасыпов Х.Н., Гай Г.Ф., Булдаков А.Ф. Рациональная конструкция постоянной крепи тоннелей Сарбайского карьера Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината // Шахтное строительство. – 1983. - №10. –С.11-14.

19 Игизбаев К.Б., Байжанова К.С. Фльтрация подземных вод в тонком пласте к несовершенным колодцам // Вестник Академии Наук Казахской ССР. – 1991. - №10. – С.55-62.

20 Игизбаев Р.К., Игизбаев М.К., Игизбаев К.Б., Бахмагамбетов Б., Кабетенов Т., Сабилова Л.Б. Экспресс восполнение выбывающей мощности эксплуатационного карьера (На примере Центрального карьера Акжальского рудника // Комплексное использование минерального сырья – 2010. - №6. – С.3-15.

Игизбаев Р.К. - горный инженер, e-mail: h2oenergy19@mail.ru.

Игизбаев К.Б. - доцент, кандидат технических наук, горный инженер, e-mail: h2oenergy19@mail.ru.

Игизбаев М.К. - горный инженер, e-mail: h2oenergy@m

Р.О. Нурлыбаев¹

¹Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, филиал Национального центра по комплексной переработке минерального сырья, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННЕЙ СТЕНКИ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ РАЗЛИЧНОГО РОДА ОТЛОЖЕНИЙ И ЗАСОРЕНИЙ

Продолжение статьи №2 (2019 г.)

Аннотация. В статье затрагиваются проблемы трубопроводного вида транспорта, широко распространённого на практике в различных отраслях, особенно масштабно в нефтегазовой промышленности. Из всех проблем применительно к теме исследования отдельно выделены причины снижения пропускной способности транспортных трубопроводов и эффективности их эксплуатации из-за накапливающихся со временем на внутренней поверхности трубопроводов различного рода отложений, засоряющих и уменьшающих площади их поперечного рабочего сечения. Для решения этой технической задачи разработано специальное устройство, которое благодаря своему конструктивному исполнению в отличие от известных технических средств, наиболее эффективно и качественно очищает внутренности трубопроводов от различных отложений и засорений.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, нефтепроводная магистраль, внутреннетрубные солепарафиновые отложения, поперечное сечения нефтепровода, устройства для очистки трубы.

• • •

Түйіндеме. Мақалада қазіргі уақытта әрбір салалар тәжірибесінде кең таралған, әсіресе мұнай-газ өндірісінде масштабты түрде қолданылатын көлік құбырғыларының әртүрлі мәселелері қозғалған. Зерттеу тақырыбына байланысты құбыр арқылы тасымалдау қабілетінің және олардың эксплуатациялық тиімділігінің, құбырлардың ішкі бетіне уақыт бара пайда болып бітетін әртүрлі жатық жиналмаларының салдарынан төмендеу себептері, құбырлардың жұмыс атқару аудандарының көлденең қимасы мөлшерінің кішірею мәселелері жеке бөлініп қарастырылған. Бұл техникалық мәселені шешу үшін арнайы құрылғы жасалған. Ол басқа құрылғыларға қарағанда өзінің конструкциялық орындалуының арқасында құбырғылардың ішкі қабырғаларына жабысып, жиналған әртүрлі қыртыстар қалдықтарын бірталай тиімді де сапалы түрде тазалайды.

Түйінді сөздер: құбыр арқылы тасымалдау көлігі, мұнай құбыры торабы, құбырышілік тұзды-парафиндық жатықтар, мұнай құбырының көлденең қимасы, құбырды тазалайтын парафиндік құрылғы.

Abstract. The article addresses the problems of pipeline transport, that are widespread in practice in various industries, especially in the oil and gas industry. Of all the problems in relation to the research topic, the reasons for the decrease in the throughput of transport pipelines and the efficiency of their operation due to various deposits accumulating over time on the inner surface of pipelines, clogging and reducing the area of their cross-section, are separately identified. The authors separately identified the reasons for the decrease in the throughput of pipelines and the efficiency of their operation caused by various deposits accumulating over time on the inner surface of pipelines, clogging and reducing the area of their cross-section. The authors has been developed a special device to solve this technical problem, the design of which features, in contrast to known technical means, are effective in cleaning the insides of pipelines from various deposits and blockages.

Keywords: pipeline transport, oil pipeline, internal salt-paraffin deposits, cross - section of the pipeline, devices for cleaning the pipe.

Введение. В нынешней современной мировой практике для доставки того или иного грузопотока от места производства к месту потребления существуют различные способы и виды транспорта, в том числе трубопроводный. Среди множества известных способов транспортировки в зависимости от вида и специфичности груза наиболее экономически выгодным и распространённым видом является трубопроводный транспорт. В сравнении с другими этот вид транспорта считается более мобильным, безопасным и эффективным, и его основная область и объёмы применения помимо прочего приходятся на нефтегазовую промышленность, где протяжённость трубопроводной магистрали составляет до несколько десятков тысяч километров. Столь масштабное использование современного трубопроводного вида транспорта, прежде всего, связано с невероятно значительными объёмами добычи нефти и газа, следовательно, поставкой их странами-экспортёрами в другие различные страны, нуждающиеся в этих стратегических природных сырьевых ресурсах. Кроме доминирующей нефтегазовой промышленности трубопроводный транспорт применяется и во многих других отраслях народного хозяйства, в том числе для обеспечения коммунальных услуг населению и т.д. и т.п. Опыт применения трубопроводной транспортной магистрали и практика её эксплуатации показывает, что техническое состояние такой системы зависит от ряда факторов, а именно от вида, специфичности и химического состава, абразивности и других характеристик транспортируемого грузопотока, срока эксплуатации и качества изготовления самого трубопровода и конечно же от природно-географических, климатическо-температурных условий и характеристик мест прокладки трубопроводной магистрали на данном конкретном участке.

Следовательно, на уровень технического состояния, эксплуатационную надёжность и срок службы трубопроводных веток (системы) перечисленные факторы влияют различным образом, оказывая то или иное отрицательное воздействие. В результате такого их негативного воздействия происходит преждевременный выход трубопроводной системы из рабочего состояния и режима. При этом основными проблемами, угрожающими магистральным трубопроводам являются: интенсивное развитие коррозионных процессов как изнутри, так и снаружи трубопроводов; изнашивание их внутренней поверхности; засорение трубопроводов различными отложениями, уменьшающими их поперечное сечение и как следствие снижение пропускной (грузопровозной) способности.

Для устранения всего этого, если своевременно не принять соответствующие технические меры, то в последующем вероятность аварийной ситуации неизбежна, как это не редко бывает. Если во время не заняться профилактическими и ремонтно-восстановительными работами или обновлением отдельных уязвимых участков транспортной трубопроводной магистрали, есть огромная вероятность остановки многих объектов трубопроводного транспорта и возникновения экологических катастроф. В нынешних складывающихся сложных рыночно-конкурирующих условиях проблемы эксплуатационной надёжности и безопасности трубопроводной транспортной магистральной системы в различных отраслях народного хозяйства становятся ещё более острыми и актуальными из-за значительной протяжённости и значимости этих объектов, сложности их конструкций и т.д. Данной работой, являющейся продолжением и логическим завершением темы предыдущего исследования [1] ставится целью разработать техническое средство, т. е. специальное устройство, которое обеспечило бы качественную и эффективную очистку скопившихся внутритрубных отложений и засорений из тяжелых парафиновых и других осадочных на внутреннюю стенку трубы солей, примесей и, тем самым позволило бы решить проблему снижения пропускной способности нефтепроводов и повысить их общую эффективность и эксплуатационную надёжность.

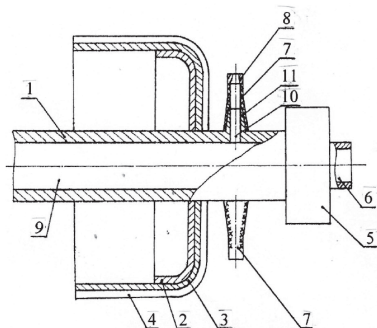
Методы исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решать ряд задач, связанных с изучением аспектов и проблем эксплуатации нефтепроводной транспортной магистрали. В данном случае наиболее приемлемым и эффективным методом исследования является технико-технологическое сравнение работоспособности и эффективности выявленных технических средств (устройств) для обоснования необходимости разработки наиболее усовершенствованного и альтернативного варианта устройства по очистке солепарафиновых отложений в нефтепроводах.

Результаты исследования и их обсуждение. В зависимости от характера и степени сложности решаемых проблем и их важности с экономической и технической точек зрения, а также поставленных цели и задач по устранению недостатков в трубопроводной транспортной системе, могут быть предложены и приняты к осуществлению различного рода научно-технические меры, обеспечивающие бесперебойную работу и эксплуатацию трубопроводной системы в целом. В этой связи одной из таких разработанных технических мер (решений) является устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от засорений из различного рода отложений [2]. Предлагаемое устройство по своему назначению относится к области обслуживания и эксплуатации транспортных магистральных трубопроводов с целью очистки их внутренней поверхности от различного рода отложений и засорений, уменьшающих площадь поперечного рабочего сечения и, тем самым снижающих пропускную (грузопровозную) способность этих трубопроводов в единицу времени, что в итоге приводит к снижению эффективности использования трубопроводной транспортной системы в целом. Решение указанной актуальной проблемы с помощью данного устройства, на наш взгляд, вполне осуществимо, для чего произведём некоторый сравнительный технический анализ наиболее приемлемых для этой цели существующих технических средств/устройств.

Проведённый патентно-информационный поиск и обзор научно-технической литературы по данной проблеме позволили выявить ряд технических решений и разработок на уровне изобретений и патентов различных развитых стран. Однако эти технические предложения и разработки по своим конструктивным исполнениям сложны и не достаточно совершенны, следовательно по уровню технологичности и работоспособности они малоэффективны и не производительны. Из обзора литературных источников и изученных описаний изобретений и патентов следует, что наиболее близким по технической сущности к предлагаемому техническому средству является устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений [3], которое было взято за основу для совершенствования данного и разработки нового устройства [2]. Это известное устройство (рисунок 1), прежде всего, содержит корпус 1, на котором закреплена манжета 2. На ней установлен полусферический оголовок 3 с прорезями, разделяющими его на сектора, на каждом из которых установлено продольное ребро 4 из износостойкого материала. Лобовая часть корпуса 1 снабжена гидроакустическим излучателем 5 с выходным каналом 6 для выхода рабочей жидкости из излучателя 5 и генерированного в нём гидроакустического излучения. На боковой поверхности корпуса 1 между излучателем 5 и манжетой 2 установлены упруго-гибкие ра-

диальные трубки 7 с соплами 8 на их концах. В корпусе 1 имеется канал 9, гидравлически соединённый с излучателем 5 и радиальными трубками 7. При этом излучатель 5 соединён с каналом 9 непосредственно, а радиальные трубки 7 – посредством радиальных отверстий 10, просверленных в корпусе 1, в его боковых стенках, и ниппелей 11.

Но несмотря на такую устроенность и технологичность, а также на описанную в работе [3] работоспособность и эффективность устройства, оно недостаточно качественно и не в полной мере очищает внутренние поверхности стенки трубопроводов от отложений и засорений, вследствие своего несовершенства в конструктивном исполнении для указанной эффективной очистки и эксплуатации трубопроводов.



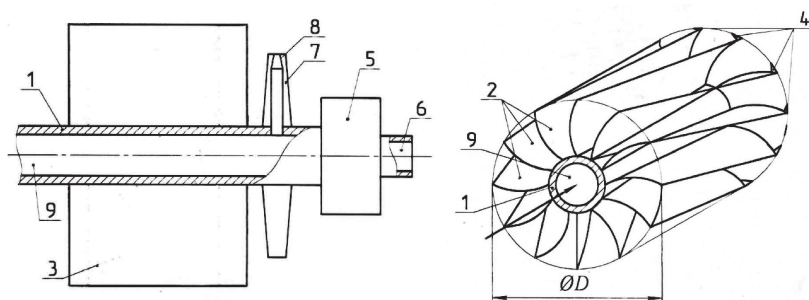
1 – корпус; 2 – манжета; 3 – полусферический оголовок; 4 – продольное ребро; 5 – гидроакустический излучатель; 6 – канал для выхода рабочей жидкости; 7 – упруго-гибкие радиальные трубки; 8 – сопло; 9 – канал, гидравлически соединённый с излучателем и радиальными трубками; 10 – радиальные отверстия; 11 – ниппель.

Рисунок 1 – Совершенствуемое устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений

Основной недостаток устройства заключается в том, что оно не успевая полностью очистить участок трубопровода, довольно быстро передвигается под давлением жидкости на внутренние поверхности полусферического оголовка. Наружные же продольные рёбра оголовка при перемещении устройства внутри трубопровода просто будут играть роль салазки и свободно будут скользить по поверхности оставшихся частиц всевозможных отложений на стенках, то есть рассматриваемое устройство не в состоянии в должной мере очистить внутренности трубопроводов при значительных проталкивающих его силах, действующих на устройство со стороны движущейся жидкости внутри трубы. Всё это свидетельствует о том, что устройство слабо выполняет свои очистительные функции.

Из изложенного следует, что практическое применение известного устройства технически не целесообразно и не эффективно. Поэтому стояла задача с учётом его некоторых достоинств усовершенствовать данное устройство, которое могло бы качественно и эффективно очищать внутренности трубопроводов от различного рода отложений и засорений, особенно нефтепроводов, проводящих нефть с содержанием растворённых солей и парафина. Для этого вместо манжеты 2, полусферического оголовка 3 и продольных рёбер 4, установленных на корпусе 1 известного устройства (рисунок 1), к корпусу (на месте, схематически отмеченной 3, (рисунок 2) привариваются металлические турбинные лопасти 2, концы которых по всей длине снабжаются острыми скребками 4, практически соприкасающимися своими внешними поверхностями об внутреннюю окружность стенки трубопровода. То есть внешние диаметры участка приваривания лопастей к корпусу выполнены практически равными внутреннему диаметру трубопровода с тем, чтобы скребки могли как можно максимально, т.е. до самой внутренней поверхности без остатка срезать и удалять отложения. Общая длина устройства должна составлять в пределах 0,5-1,0 м для его беспрепятственного прохождения через участки трубопровода с малыми искривлениями в местах изменения направления трубопровода, вызванного выбранным маршрутом прокладки трубопроводной транспортной линии (магистральной). Очистку внутренности трубопровода от отложений предлагаемым устройством осуществляют следующим образом. Учитывая, что скребки устройства своими острыми лезвиями едва ли не касаются внутренней округлой поверхности трубопровода, то его целесообразно помещать внутрь трубопровода там, где наименьший слой отложений, и создают в нём напор рабочей жидкости, например, воды или же уже самой нефти при таковой возможности и необходимости. И тогда жидкость под давлением, перемещая устройство вдоль очищаемой трубы, заставляет его непрерывно вращаться вокруг общей продольной оси устройства и трубопровода. Это происходит за счёт наличия турбинных лопастей, воспринимающих давление со стороны текущей жидкости внутри трубопровода. Течение же жидкости обуславливается своим давлением на вогнутые стенки лопастей, что заставляет вращаться их против часовой стрелки. Вращение устройства будет зависеть от скорости течения жидкости и от сил взаимодействия опор лезвий скребков об отложения на стенках трубопровода. Его вращение также зависит и от числа лопастей, оптимальное количество которых должно определяться на основе закономерностей режимов течения жидкости в различных условиях в зависимости от соответствующих факторов, что требует дальнейшего отдельного исследования.

Вместе с тем следует отметить, что чем сильнее будут опираться турбинные лопасти на отложения со своими скребками, внешние поверхности которых строго повторяют кривизну внутренней окружности трубопровода, тем сильнее и под большим вращательным моментом будет вращаться устройство, что в конечном счёте приведёт к эффективной и качественной очистке трубопровода от отложений. Получаемый положительный эффект очистки от вращения устройства, являясь основным результатом качественной очистки, обеспечивается и тем, что одновременно задействуется совместно с вращением устройства и гидроакустический излучатель, упруго-гибкие радиальные трубы с соплами, заимствованные из известного устройства-прототипа. При этом последние своими предварительными воздействиями на отложения облегчают работу турбинных лопастей по их срезанию и удалению слоёв отложений со стенок трубопроводов.



1 – корпус; 2 – турбинные лопасти; 3 – схематическое обозначение места на корпусе, куда привариваются лопасти; 4 – скребки; 5 – гидроакустический излучатель; 6 – канал для выхода рабочей жидкости; 7 – упруго-гибкие радиальные трубки; 8 – сопло; 9 – канал, гидравлически соединённый с излучателем и радиальными трубками.

Рисунок 2 – Усовершенствованное устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от засорений из различных накопившихся отложений

То есть все эти конструктивные элементы и узлы, в совокупности дополняя и усиливая друг друга, воздействуют на отложения как можно максимально разрушительно для их очистки. Это достигается именно тем, что при вращении устройства остатки отложений (имеется в виду по толщине слоёв) после действия использованных в прототипе узлов, то есть гидроакустического излучателя, упруго-гибких радиальных труб с соплами, срезаются практически без остатка скребками, прикреплёнными на всех концах турбинных лопастей по всей их длине и попадают в

среду текущей жидкости (воды), и трубопровод эффективно очищается от различного рода отложений и засорений, в том числе и от имеющих место коррозионных слоёв на стенках металлических труб.

Выводы. Таким образом, промышленное практическое использование предлагаемого устройства по очистке внутренности различного рода трубопроводов во многом способствует повышению эксплуатационной надёжности, срока службы и безусловно эффективной работы трубопроводной транспортной магистрали, особенно нефтепроводной транспортной системы, где на внутренних стенках трубы со временем откладываясь, образуются нефтяные отложения из растворённых солей и парафина, которые, из года в год нарастая, как отмечалось выше, приводят к уменьшению площади рабочего поперечного сечения нефтепроводов, что в итоге, снижая их пропускную способность, негативно влияет на общую производительность и эффективность транспортировки нефти и в целом всей магистральной системы. Комплексное решение указанных проблем в настоящее время, когда из стран производителей в страны потребителей транспортируются колоссальные объёмы нефти и нефтепродуктов, имеет весьма важное значение и является одним из актуальных вопросов, требующих своего изучения и развития. В этой связи одним из альтернативных вариантов решения проблем является изготовление экспериментальных образцов разработанных технических средств (устройств) и их опытно-промышленные испытания с целью корректировки и оптимизации конструктивно-технологических параметров для практического применения и последующего масштабного внедрения разработанных мер и устройств в нужных отраслях промышленности.

Список литературы

1 Нурлыбаев Р. О., Помашев О. П. Устройство для контроля и изменения солепарафиновых отложений в нефтепроводах // Научно-технический журнал «Новости науки Казахстана»-Алматы. 2019, №2-С. 124-130.

2 Инновационный патент РК № 26770, В08В 9/02, 9/027. Заявка № 2012/0707.1 от 15.06.2012 / Устройство для очистки внутренней поверхности гладкостенных трубопроводов от отложений // Нурлыбаев Р.О., Помашев О.П. – Оpubл. 15.04.2013. – Бюл. № 4.

3 Предварительный патент РК № 2621, В08В 9/02. Заявка № 931978.1 от 24.08.1993 / Устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений // Медведев М.Ф. – Оpubл. 15.12.1995. – Бюл. № 4.

Нурлыбаев Р.О. – кандидат технических наук,
e-mail: Nurlybayev.Rymbek@mail.ru

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МРНТИ 55.22, 53.01.97, 81.33

*Д.А. Абзалова¹, Д.С. Мырзалиев¹, Х.А. Абшенов¹,
О.Б. Сейдуллаева¹, К.Е. Ергали¹, Ж.С. Бахрам¹*

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан

РОЛЬ МОДИФИКАТОРА РЖАВЧИНЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ГИДРОЛИЗНОЙ И МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения надежности и долговечности техники, оборудования и металлоконструкций промышленности. В настоящее время большое значение имеют разработки, направленные на увеличение срока службы действующих объектов: промышленной и производственной техники, строительных металлоконструкций, трубопроводов, технологического оборудования и прочих. Одним из таких направлений является разработка модификатора ржавчины на основе промышленных отходов регионов Казахстана. Проведение научно-исследовательских работ в направлении расширения ассортимента является актуальной, практической задачей. Лигниновый модификатор ржавчины может быть использован для подготовки поверхности изделий, техники и металлоконструкций под окраску с целью преобразования продуктов коррозии до химически-стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла.

Ключевые слова: агрессивная среда, защитные свойства, ржавчина, модификатор ржавчины, покрытия.

• • •

Түйіндеме. Мақалада техникалардың, жабдықтардың сенімділігі мен ұзақ уақытқа жарамдылығы және металл өнеркәсібі туралы мәселелер қарастырылған. Қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған объектілердің: өнеркәсіптік және өндірістік техниканың, құрылыс металл конструкцияларының, құбырлардың, технологиялық жабдықтардың және басқалардың қызмет ету мерзімін ұлғайтуға бағытталған өзіндік маңызы зор. Мұндай бағыттардың бірі – Қазақстан өңірлерінің өнеркәсіптік қалдықтары негізінде тот модификаторын әзірлеу. Ассортиментті кеңейту бағытында ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу өзекті, практикалық міндет болып табылады. Лигнинді модификатор тотты өнімдерін химиялық-тұрақты су еритін қосылыстарға дейін металл бетіне берік байланысқан коррозия өнімдерін түрлендіру мақсатында бұйымдардың, техниканың және металл конструкцияларының бетін бояуға дайындау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: агрессивті орта, қорғаныс қасиеттері, тот, тот модификаторы, жабынды.

Abstract. The article deals with the problem of increasing the reliability and durability of machinery, equipment and metal structures in the industry. Currently, developments aimed at increasing the service life of existing facilities: industrial and production equipment, construction metal structures, pipelines, process equipment, and others are of great importance. One of these areas is the development of a rust modifier based on industrial waste from the regions of Kazakhstan. Conducting research in the direction of expanding the range is currently important, practical task. Lignin rust modifier can be used to treat the surface of products, equipment and metal structures before painting in order to convert corrosion products to chemically resistant water-insoluble compounds that are firmly adhere to the metal surface.

Keywords: aggressive environment, protective properties, rust, rust modifier, coatings.

Введение. Долговечность изделий, покрытых различными лакокрасочными покрытиями, в большой степени обусловлена коррозионной активностью технологических сред, в которых они находятся. Поэтому, в промышленном производстве очень часто причиной преждевременного выхода машин из строя является коррозия. В последние годы большое внимание стали уделять разработке способов подготовки поверхности под окраску без удаления продуктов коррозии, особенно для ремонтной окраски металлоконструкций, резервуаров и других сооружений. Как правило, подготовка поверхности сводится к нанесению специальных (пропитывающих или стабилизирующих) лакокрасочных материалов - «модификаторов ржавчины». Довольно широкое применение при окраске без удаления окислов получили как в нашей стране, так и за рубежом «модификаторы ржавчины». В основу действия этих составов положено превращение продуктов коррозии в безвредный защитный слой, на который затем наносятся лакокрасочные материалы.

Согласно литературным данным, достигнуты практические успехи при обработке продуктов коррозии различными комплексобразующими соединениями на основе ароматических оксикарбоновых кислот. В качестве «модификаторов ржавчины» исследовались различные экстракты танина, метилendisалициловая кислота, продукты конденсации сланцевых фенолов с формальдегидом и др. Преобразование ржавчины в безвредные нерастворимые соединения может быть осуществлено органическими комплексобразователями. Применение лигнина обусловлено его способностью пассивировать поверхность металла и в значительной степени тормозить развитие процесса коррозии. При взаимодействии лигнин с окислами железа образуются хелатные комплексы, прочно связывающие частицы

ржавчины между собой и с металлом подложки, что обеспечивает временную защиту металла в условиях повышенной влажности в течение нескольких недель. Для обработки ржавых поверхностей используются водные, водноспиртовые с добавками фосфорной кислоты растворы лигнина. Содержание лигнина в таких модификаторах колеблется от 10 до 25%. При применении водных и водноспиртовых растворов хорошие результаты получены при обработке тонких и средних слоев продуктов коррозии. Анализ показал, что коррозионные повреждения деталей и узлов техники являются результатом агрессивного воздействия атмосферы, конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Классифицированы основные виды и характерные разрушения лакокрасочных покрытий на поверхностях эксплуатируемой техники и крупногабаритных металлических конструкций. Для повышения уровня надежности и снижения затрат на поддержание этого уровня при эксплуатации и ремонте различной техники перспективным направлением является применение способа окраски машин по корродированной поверхности, в частности, окраска модификаторами ржавчин, преобразующими ржавчину. Их использование позволяет в ряде случаев упростить технологию окрашивания, снизить трудоёмкость, улучшить условия труда, предотвратить загрязнения окружающей среды, повысить долговечность лакокрасочных покрытий, уменьшить расход лакокрасочных материалов.

Методы исследования. Использованы различные методы исследования защитных свойств лигнинового преобразователя ржавчины в соответствии с ГОСТ, а именно [1]:

- определение вязкости по ВЗ-4 по ГОСТ 22524-84Е;
- определение времени высыхания модификатора ржавчины по ГОСТ 8832-90;
- определение адгезии лакокрасочных покрытий по ГОСТ 411-91;
- физико-механические свойства покрытий.

Результаты исследования. Защитные свойства и долговечность комплексных систем лакокрасочных покрытий в значительной степени определяется качеством подготовки поверхности металла перед окрашиванием. Одним из возможных способов такой подготовки является использование модификатора ржавчины. Применение модификатора ржавчины позволяет в 1,5-3,0 раза повысить срок службы лакокрасочных покрытий по сравнению с очисткой ручным способом и окрашиванием непосредственно по ржавой поверхности, на 25-30%

снизить трудоемкость и улучшить санитарно-гигиенические условия работ по подготовке поверхности.

Целесообразность применения модификаторов ржавчины признано во всем мире. Об этом свидетельствуют многочисленные литературные и патентные данные таких стран, как Швейцария, Германия, Великобритания, США, Япония, Болгария и т.д. Согласно современным представлениям, модификаторы ржавчины должны обеспечить стабильность фазового состава ржавчины под лакокрасочным покрытием, стабильность адгезии и когезии слоя ржавчины и обуславливать торможение коррозионного процесса, повышать защитные свойства лакокрасочной системы в целом. Как ранее было отмечено, одним из перспективных видов сырья для разработки преобразователя ржавчины является гидролизный лигнин, являющейся крупнотоннажным отходом гидролизной и масложировой промышленности. Теоретической базой создания модификатора ржавчины на основе гидролизного лигнина является его способность образовывать комплексные соединения с металлами и, в частности, с оксидами железа и его соединениями. Использование гидролизного лигнина в качестве исходного компонента модификатора ржавчины представляет интерес, поскольку многофункциональность макромолекулы гидролизного лигнина и ее трехмерная сетчатая и неупорядочная структура образует внутренние комплексные соли-хелатные соединения. Кроме того, гидролизный лигнин сравнительно дешев и доступен, так как производится из растительных материалов в виде хлопковой шелухи, рисовой и подсолнечной лузги, кукурузных кочерыжек, запасы которых ввиду ежегодной возобновляемости неисчерпаемы [2,5]. Важным свойством модификатора ржавчины, содержащих в своем составе лигнин, является их способность взаимодействовать с окалиной. В состав разработанного лигнинового модификатора ржавчины (ЛМР) входят гидролизный лигнин, ортофосфорная кислота, soapсток, графит, оксалат кадмия и вода.

зольность, %	0,5 - 10,9
кислотность в пересчете на серную кислоту	0,6 - 1,3
редуцирующие вещества, %	0,1 - 9,6
вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью, %	5,4 - 8,3
полисахариды, %	3,1 - 45,2
метоксиллол, %	18,7
<u>содержание:</u>	
общих гидроксидов	9,5
карбоксильных групп	4,0
собственно лигнин, %	38,9 - 87,5

Приведены свойства лигнина (содержание в пересчете на абсолютно сухое вещество).

Лигнин предварительно высушивают при 80°C до 60% влажности (исходный лигнин имеет влажность 80-85%) в течение 1-1,5 ч. с целью улучшения помола и тщательно измельчают в шаровой мельнице до необходимой дисперсности (0,2 мкм). При этом гидролизный лигнин не претерпевает никаких химических изменений. Соапсток - отстой, который образуется при щелочной рафинации растительных масел. Соапсток – отход масложиркомбината, содержит водный раствор мыл, масло, соединения фосфора, красящие вещества, механические примеси, значительное количество нейтрального жира. Соапсток, полученный при нейтрализации масла концентрированными растворами щелочи (130-200 г/л), содержит 40% омыленного и нейтрального жира, обладает высокой вязкостью и малоподвижен, а при нейтрализации щелочью (30-60 г/л) содержит до 10% мыла и жира, легко подвижен и транспортабелен. Модификаторы ржавчины, содержащие в своем составе ортофосфорную кислоту, могут совмещаться с лакокрасочными материалами кислотного или аминного типа отверждения; при этом преобразованные окислы металла входят в состав покрытия в качестве пигментов. Разработанный лигниновый модификатор ржавчины представляет собой однокомпонентную, маслянистую массу темно-коричневого цвета.

Модификатор ржавчины применяют для обработки поверхностей, покрытых сплошным слоем ржавчины толщиной до 80±120 мкм. Процесс преобразования при нормальной температуре происходит в течение 10-16 ч., при температуре 100-110°C в течение 10-15 мин. По истечении указанного времени на поверхность модифицированной ржавчины можно наносить защитное лакокрасочное покрытие. Модификатор ржавчины не рекомендуется наносить на чистый металл, не имеющий ржавчины, а также на ржавую поверхность с участками окарины или чистого металла, образовавшимися в результате механической зачистки ржавчины. Применение модификатора ржавчины в различных отраслях народного хозяйства упрощает технологию подготовки поверхности металла под окраску, увеличивает срок службы металлоконструкции, сокращает трудозатраты и расход лакокрасочного материала [2-4]. Техническая характеристика свойств разработанного лигнинового модификатора ржавчины в сравнении с известным ПРЛ-сх и их физико-механические свойства приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Технические свойства лигнинового модификатора ржавчины

№	Наименование показателей	Нормы	
		ЛМР	ПРЛ-сх
1	Цвет	маслянистая жидкость темно-коричневого цвета	маслянистая жидкость темно-коричневого цвета
2	Внешний вид	после высыхания пленка должна быть ровной, однородной, от светлого до темно-коричневого цвета	от светлого до темно-коричневого цвета
3	Условная вязкость при (20±0,5)°С по вискозиметру ВЗ-4, с, не менее	12	25
4	Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	18-25	20-25
5	Плотность при (20±2)°С, г/см ³	1,98	-
6	Массовая доля ортофосфорной кислоты, % не более	7-14	8-14
7	Степень перетира, мкм, не более	30	30
8	Время высыхания до степени 3 при (20±2)°С с, не более	50-60	-
9	Преобразующая способность (толщина преобразовавшегося слоя) мкм в пределах	80÷120	80÷100

Таблица 2- Основные физико-механические свойства грунта лигнинового модификатора ржавчины и ПРЛ-сх

N	Показатели	виды грунта			
		ЛМР		ПРЛ-сх	
		очищенная поверхность	ржавая поверхность	очищенная поверхность	ржавая поверхность
1	Количество ржавчины на поверхности образца, г/дм ²	0,05	0,50	0,05	0,50
2	Прочность сцепления, кПа	1280	2360	1400	2150
3	Внутренние напряжения при оптимальной толщине, кПа	1700	1200	1800	1400
4	Время отверждения при 18-20°С, ч.	2,0-3,0	4,5-6,0	2,5-4,0	4,5-12,0
5	Эластичность, %	12-14	≥ 27	14-15	≥ 27
6	Прочность на удар, Н	500	440	500	500

Испытания модификатора ржавчин в лабораторных условиях на химическую стойкость проводилось в соответствии с ГОСТ 3.403-91 методом полного погружения образцов в растворы серной 10 и 20%-й концентрации, в 10-20%-й раствор NaOH, и 3%-й раствор NaCl. Обобщенная оценка состояния покрытий проводилось

в соответствии с ГОСТ 3.407-84. В качестве примера представлены данные по сохранению защитных свойств системы покрытия ХС-068 с лигниновым модификатором ржавчины (ЛМР и ПРЛ-сх) и без них. Из экспериментальных данных видно, что указанная система ЛМР+ ХС-068 сохраняет защитные свойства без изменения в течение 120-200 суток. Результаты испытаний системы: ЛМР+ ХС-068 и ПРЛ-сх + ХС-068 имеют аналогичный характер. Испытания в 20% растворе NaOH показали, что покрытие модификатор ржавчины высокоэффективны. Системы покрытий с лигниновым модификатором ржавчины остаются почти без изменений при испытаниях в течение 300 и более суток. В тоже время на образцах с ХС-068 (без модификатора ржавчины), нанесенными непосредственно по ржавой поверхности, признаки разрушения покрытий отмечены уже после 70-75 суток испытаний. Результаты визуальных наблюдений за состоянием покрытий с модификаторов ржавчины хорошо коррелирует с данными о защитных свойствах комплексных систем покрытий [6,7]. Данные свидетельствуют о том, что наряду с защитными свойствами модификатора ржавчины исследованы и физико-механические свойства покрытий. Эти показатели очень высоки, что указывает на хорошие эксплуатационные качества в условиях случайных ударов. По качественным и эксплуатационным характеристикам модификаторов ржавчины в комплексе с лакокрасочными покрытиями не уступают, а по некоторым показателям превосходят промышленные преобразователи ржавчины, так лигниновый модификатор ржавчины обладает высокой сцепляемостью как с ржавой до 2360 кПа, так и с очищенной поверхностью до 1280 кПа. По физико-механическим свойствам разработанный лигниновый модификатор ржавчины не уступает сравнимым им грунтом, но даже превосходит его практически по многим показателям. Например, время отверждения составляет 2- 6 ч., прочность на удар 440-500 Н.

В соответствии с этим разработанной новый модификатор ржавчины продуктов коррозии может быть использован для подготовки под окраску стальных поверхностей с целью преобразования продуктов коррозии до химически стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла.

Выводы. С целью расширения ассортимента модификаторов ржавчины и решения вопросов замены их дефицитных составляющих разработан новый модификатор ржавчины на основе продук-

тов и промышленных отходов местных производств. Композиция разработана на основе дешёвых, не дефицитных компонентов, проста по технологии изготовления и нанесения. Исследование химической стойкости, физико-механических свойств покрытий на основе разработанной композиции лигнинового модификатора ржавчины производилось в соответствии с ГОСТ. Физико-механические и защитные свойства лигнинового модификатора ржавчины в комплексе с лакокрасочными материалами не уступают показателям промышленных модификаторов ржавчины и в соответствии с этим разработанный модификатор ржавчины может быть использован для подготовки под окраску стальных поверхностей с целью преобразования продуктов коррозии до химически стойких водонерастворимых соединений, прочно связанных с поверхностью металла. Проведенные испытания показали, что разработанный состав лигнинового модификатора ржавчины обладают положительными свойствами.

Список литературы

- 1 Яковлев А.Д. Хитмическая технология лакокрасочных покрытий. Л.:Химическая промышленность, 2011.-312с.
- 2 Абзалова Д., Мырзалиев Д.С.- Грунтовка-модификатор ржавчины- Инновационный патент N28605, Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК, 14.11.2017 г.
- 3 Клинов И.Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионно-стойкие материалы.-М.: Машгиз, 2010. – 512с.
- 4 Красноярский В.В. Коррозия и защита металлов-М.: Металлургия, 2013, 176с
- 5 Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Туранов А.А., Ибрагимова З.А., Молдагалиев А.Б., Сейдуллаева О.Б., Баймухан Е.А.- «Исследование защитных свойств покрытий на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера ксилитана холодного режима отверждения, применяемых в текстильной промышленности»- научно-технический журнал «Технология текстильной промышленности», Известия высших учебных заведений, Издание Ивановского государственного политехнического университета. – 2019г. №1 (379), – с.289-293
- 6 Abzalova D.A., Myrzaliev D.S., Abshenov Kh.A., Turanov A.A., Almuhanov M.A.- «Polymeric coatings and the prospects for its use for corrosion protection in machine engineering»- Proceedings VI international annual conference «Industrial technologies and

engineering», ISITE-2019, volume I, Shymkent, Kazakhstan, October 24-25, 2019, p.162-166

7 *Абзалова Д.А., Мырзалиев Д.С., Абшенов Х.А., Туранов А.А., М.А.Альмуханов* - Защита металлов от коррозии лигниновыми модификаторами ржавчин/Международный научный журнал «Наука и мир», №11 (75). – 2019г.

Абзалова Д.А. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: dilya0158@mail.ru

Мырзалиев Д.С. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: darkhan-m7@mail.ru

Абшенов Х.А. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: hasen8585@mail.ru

Сейдуллаева О.Б. - магистрант, e-mail: orynkul_s@mail.ru

Ергали Қ.Е. - магистрант, e-mail: kuralaiergali@mail.ru

Бахрам Ж.С. - магистрант

С.А. Машеков¹, Е.З. Нугман¹, Э.А. Тусупкалиева¹, А.С. Машекова¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРУТКОВ НА РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОМ СТАНЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. Предложен радиально-сдвиговой стан (РСС) новой конструкции, позволяющий совмещением прокатки и прессования получать прутки и проволоки высокого качества. Исследовано напряженно-деформированное состояние заготовки из алюминиевого сплава 7075 при прокатке в гладких валках, установленных на существующем РСС, а также при прессовании на РСС новой конструкции. Методом конечных элементов и программой MSC. SuperForge получены количественные данные и установлены основные закономерности распределения НДС, температуры при прокатке заготовок в гладких валках и обработке заготовок новым совмещенным процессом, прокатка в винтообразных валках и прессование в матрице. Установлено, что при обработке заготовки из алюминиевого сплава 7075 в винтообразных валках и матрице, установленных на РСС новой конструкции, по сечению изготовленной прутков формируется мелкозернистая структура способствующая повышению качества металлопродукции.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, рекристаллизация, полигонизация, прокатка, прессование, численное моделирование, интенсивность напряжений и деформаций.

• • •

Түйіндеме. Құрылымы жаңа радиалды-ығыстыру орнағы (РБИО) ұсынылды, бұл илектеу мен престеуді біріктіру арқылы жоғары сапалы шыбықтар мен сымдарды алуға мүмкіндік береді. Стерженьдер мен сымдарды басуға арналған радиалды-ығыстыру диірменінде негізгі жетегі, жұмыс стенді, орама қондырғысы және пресс-қалып бар. 7075 алюминий қорытпасынан жасалған дайындаманың кернеулі-деформациялық күйі қолданыстағы ПКО-да орнатылған тегіс орамдарда илектеу кезінде, сондай-ақ құрылымы жаңа РБИО-да басу кезінде зерттелді. Шеткі элемент әдістемесімен және MSC.SuperForge бағдарламасымен беті жазық пішінбіліктермен дайындаманы илемдегенде және бұрандалы пішінбіліктерде илемдеуді және ұяқалыпта баспақтауды өзіне қосатын қиыстырылған процеспен дайындаманы өндегенде пайда болатын ҚДК және температураның таралу заңдылықтары анықталды және сандық мөлшерлері табылды. 7075 алюминий қорытпасынан жасалған шы-

бықтарды беті жазық пішінбіліктерде илемдегенде және бұрандалы пішінбіліктерде илемдеуді және ұяқалыпта баспақтауды өзіне қосатын қиыстырылған процеспен өңдегенде қолданылған технологиялық режимдердің шыбық құрылымының қалыптасуына әсері жұмыста зерттелген.

Түйінді сөздер: алюминий қорытпасы, құрылым, рекристаллизация, қайту, полигонизация, илемдеу, баспақтау, сандық модельдеу, кернеу мен деформация қарқындылығы.

• • •

Abstract. The radial-shift (RSM) of a new design is given in this article, which allows obtaining high quality rods and wires by combination of rolling and pressing processes. Geometric dimensions of rolls protrusion and cavity gradually decrease in the direction of the pressing. The stress- strained state of the billet from aluminum alloy 7075 when rolling on the even rolls, which mounted on the existing RSM, and also when pressing on the RSM of a new design is investigated in this work. With help of final elements method and MSC.SuperForge program the quantitative date is gained, and the new regularities of stress-strain behavior, of temperature distribution when the billet rolling on sleek rolls and treatment of billets by a new combined process of rolling in helical rolls and the pressing in matrix are established. It is established, that at the billet processing from aluminum alloy 7075 in helical rolls and matrix, mounted on the RSM of a new design, the fine-grained structure, contributing to improve the quality of metal products in cross section of produced rods is formed.

Keywords: aluminum alloys, recrystallization, polygonization, rolling, pressing, numerical modeling, stress and strain intensity.

Введение. В настоящее время из алюминиевых сплавов изготавливают большую номенклатуру продукции [1]. Среди данной продукции значительный интерес имеют алюминиевые профили, прутки и проволоки с повышенной прочностью. По мере роста объема выпуска вышеперечисленной продукции область её применения существенно увеличивается. Алюминиевые профили, прутки и проволоки в большом объеме используются в капитальном и жилом строительстве, в вагоностроении и судостроении, при строительстве коттеджей и для внутренней и внешней отделки промышленных интерьеров и т.д. Современное развитие технологии прокатно-прессового мини-производства характеризуется ресурсо- и энергосберегающей технологией и стремлением использовать все металлические отходы металлургической и машиностроительной отрасли [2,3]. В мини-производствах применяются совмещенные технологии, где путем использования нескольких металлургических переделов и операций выпускают метал-

лопродукцию. При этом, оборудование мини-производства работает на организационных принципах единого агрегата для производства заданной продукции. Следует отметить, что оптимизация эксплуатационных свойств выпускаемой продукции невозможна без улучшения оборудования и создания его новых видов. Развитие данных взаимосвязанных сторон технического прогресса должны обеспечивать получение конкурентоспособной продукции с минимальными затратами.

Необходимо отметить, что виды совмещения технологических процессов прокатно-прессового производства очень разнообразны [4,5]. Особенно важным достижением в этом направлении является совмещение процессов литья и прокатки, а также литья и прессования. Благодаря рациональному выбору и компактному расположению основного и вспомогательного оборудования удалось создать мини-производства – небольшой литейно-прокатный или литейно-прессовый комплекс с непревзойденными технико-экономическими показателями. Первыми промышленными способами непрерывного прессования различных по номенклатуре профилей являлись установки Конформ, Экстроллинг, Линекс [6,7]. Анализ известных работ [8], посвященных прессованию заготовок на установках Конформ, Экстроллинг, Линекс, показал, что в настоящее время проведены многочисленные теоретические и экспериментальные исследования. С помощью этих исследований разработаны математические модели процесса прессования изделий, определены напряженно-деформированное состояние (НДС) обрабатываемого материала и обоснованно выбраны параметры температурно-деформационных режимов обработки заготовок на вышеперечисленных установках. С помощью этих исследований решены комплексы задач по усовершенствованию оборудования, оптимизации параметров рабочих инструментов установок непрерывного действия. Вышеотмеченные результаты привели к следующим преимуществам: за счет легкой замены инструмента установки приобрели хорошую технологическую гибкость; простоту кинематической схемы; сваривание металла в очаге деформации; за счет теплового эффекта повышена пластичность и возможность прессования пресс-изделий в условиях холодной деформации. Однако, ряд конструктивных и эксплуатационных недостатков задержали промышленное применение вышеприведенных непрерывных установок. Это связано с тем, что обсуждаемые установки имели ряд значимых недостатков, вызванных с невысокой надежностью системы, невысоким качеством пресс-изделий и сравнительно маленькой производительностью установок.

В конце XX века возрос интерес к установке непрерывного прессования. Конформ и фирмы разных стран создали различные системы непрерывного прессования [9,10]. В большинстве случаев, в усовершенствованных установках применили жестко закрепленный инструмент, называемым башмаком, и вращающийся колесный инструмент с канавкой по периферии. При этом, в торце башмака установили матрицу. Следует отметить, что большинство данных установок сохраняли недостаток первоначальной установки Конформ [11]. К данным недостаткам можно отнести: для создания достаточных по величине активных сил трения при прессовании, сечение заготовки должно точно соответствовать сечению канала; величина активных сил трения не поддается регулировке и как правило значительно превышает требуемое значение; неоправданно большие энергетические затраты; сильны разогрев деформирующего инструмента и, как следствие, низкая его стойкость; из-за неравномерного распределения деформации формирование неоднородных свойств в изделиях. Возможно, причиной неравномерности деформации является возникновение реактивных сил трения на контакте металл – прессовый узел (башмак). Неоднородность свойств изделий не вполне приемлемо, например, для продукции электротехнического назначения.

Для устранения вышеперечисленных недостатков фирма «Кастэкс» (Великобритания) разработала другой вариант непрерывного прессования Конформ [12]. В состав промышленной установки «Кастэкс С300Н» входит машина для непрерывной подачи в ручей колеса жидкого металла и прессовое оборудование. По мере вращения колесного инструмента прессового оборудования жидкий металл кристаллизуется и, далее выдавливается по способу Конформ. Подача жидкого металла прямо в контейнер установки Конформ и непрерывное прессования закристаллизованного металла даёт возможность значительно уменьшить металлоёмкость производственных линий, улучшить их гибкость и уровень автоматизации. Кроме того, на этой линии выпускаются пресс-изделия высокого качества, с низкой себестоимостью и небольшим объемом технологических отходов (3–7 % вместо 25–45 % традиционных). Фирмы «Holton Machinery» и «Babcock Wire Equipment» (Великобритания) выпускают промышленную линию по методу Конформ, предназначенные для выпуска пресс-изделий [13]. Например, фирмой «Holton Machinery» выпускаемая установка, имеет диаметр колеса 400 мм, а габаритные размеры – 27250×6800×4380 мм. При этом, мощность привода равняется

150 кВт. На данной установке производят провода с поперечным сечением 16-300 мм², различные электрошины, трубы небольшого размера и др.

Фирмами Outokumpu Holton Ltd. (ранее Holton Machinery Ltd.) и BWE Ltd. (ранее Babcock Wire Equipment) [14, 15] создана промышленная непрерывная линия на базе способа Конформ для непрерывного прессования различных профилей. В данной линии установленная машина Конформ работает совместно с литейными кристаллизаторами роторного типа. Данная промышленная линия является достаточно компактной и дает возможность изготавливать пресс-изделия различной номенклатуры из медных и алюминиевых сплавов. Однако, множество деталей и узлов, сложность кинематической схемы позволяют считать её применение неперспективным. Необходимо отметить, что применение непрерывной линии Конформ с заливкой жидкого металла в ручей инструмента приводит к слипанию затвердевающего металла на входную часть жестко закрепленного инструмента [16]. Отверждение жидкого металла на криволинейной поверхности инструмента под действием давления обработки не даёт возможности управлять ходом прессования, приводит к существенной неоднородности напряжений и деформации. Вышеотмеченный недостаток можно устранить путем совершенствования конструкции кристаллизатора.

Интерес представляет способ непрерывного прессования «Экстролдинг». При использовании данного способа, пресс-изделия изготавливают путем совмещения в одном очаге деформации процессов прокатки и прессования [17]. К отличительным особенностям данного способа можно отнести действия активных сил контактного трения между валками и заготовкой. За счет этих сил производят выдавливание горячего или холодного металла через отверстие матрицы. Преимуществом данного процесса является незначительная потеря энергосиловых параметров на трение, характерная для прокатки и высокая производительность за счёт большой вытяжки, характерной для прессования [18-20]. Инженерами фирмы Western Elektrik (США) предложен оригинальный способ Лайнекс [21, 22]. При реализации данного способа давление, необходимое для осуществления прессования, создаётся за счёт применения активных сил трения, которые появляются между плоскими поверхностями звеньев бесконечных цепей и деформируемой заготовки. Данный метод используют для выпуска алюминиевых прутков, проволоки и шин на предприятиях фирмы Venscuck (США). Следует отметить, что по сравнению с коэф-

фициентом вытяжки, применяемом при изготовлении пресс-изделий способом Конформ, коэффициент вытяжки используемом в этом способе не превышает двадцати, т.е. в несколько раз меньше по сравнению с устройством Конформ.

Впрочем, способ Лайнекс даёт возможность прессовать высококачественные по структуре и точные по геометрическим размерам готовые изделия, при этом не применяются вспомогательные операции, из-за отсутствия пресс-остатка и более полно применяется материал заготовки, кроме того существенно уменьшаются капитальные вложения при строительстве мини-производства и снижаются энергозатраты в процессе эксплуатации. Следует обратить внимание, что технология мини-производства различных профилей на большинстве заводов мира отличается дискретностью операций плавки, литья, прокатки, прессования, термообработки, а применяемое оборудование – большой энерго- и металлоемкостью, требует значительных производственных площадей, что, в конечном счете, повышает себестоимость продукции [23]. Использование прессованных профилей в различной отрасли производства и выявление их дефектов всегда сопровождается усовершенствованием способов обработки и конструкций существующего оборудования. Поэтому в течение многих десятилетий разрабатываются новые технологии и оборудование, позволяющие превращать дискретные операции в непрерывный процесс. Однако, большинство исследований являются разрозненными по постановке, касаются частных задач, имеют, в основном, эмпирический характер. Поэтому, найденные решения не дают общих и радикальных решений для всех видов операции, используемых при непрерывном прессовании профилей из металлов и сплавов. Таким образом, большинство известных решений не позволяют создать научно-обоснованный непрерывный режим прессования профилей различной номенклатуры. Отсутствие единого подхода к оценке динамики изменения НДС во многих предлагаемых вариантах изготовления профилей является слабым местом современной металлообработки. Стоит отметить, что в настоящее время специализированные программы имитационного моделирования широко используются для исследования совмещенных процессов и процессов винтовой и радиально-сдвиговой прокатки [24]. При этом, многие исследования направлены на изучение стационарных процессов изготовления круглых сплошных и полых профилей [25,26]. В то время как, нестационарные динамические процессы прессования заготовок переменного диаметра

тра в круглый пруток или проволоку постоянного диаметра мало изучены в известных литературах.

Цель работы – определение НДС заготовок переменного диаметра и оценка структурного состояния готовых изделий из алюминиевого сплава 7075 имитационным динамическим моделированием совмещенного процесса обработки прутков на радиально-сдвиговом стане (РСС) новой конструкции

Материалы и методики исследований. В настоящей работе предложен РСС новой конструкции [27]. На данном стане совмещением горячей винтовой прокатки и прессования получают металлические прутки малых диаметров или проволоки с мелкозернистой структурой. РСС для прессования прутков и проволок содержит главный привод, рабочую клеть, валковый узел и пресс-матрицу. Трехвалковая рабочая клеть РСС состоит из станины, в расточках которой через 120° смонтированы узлы рабочих валков. Рабочие валки смонтированы на подушках. Крутящий момент к валкам передается через шпиндели от электродвигателей. Валки данного стана имеют гладкую поверхность и волнисто-конусообразные участки захвата и обжатия и калибрующий участок. Заметим, что выступы и впадины волнисто-конусообразных участков выполнены по винтовой линии. При этом геометрические размеры выступов и впадин постепенно уменьшаются в направлении прессования.

Для разработки технологического процесса позволяющего равномерно распределять накопленную деформацию, т.е. получать прутки и проволоки из металлов и сплавов высокого качества, а также для определения оптимальной величины единичного обжатия были исследованы НДС заготовки при деформации их в РСС новой и существующей конструкции. Для расчета НДС, силовых и температурных режимов деформации прутков и проволок использовали программный комплекс MSC.SuperForge [28]. Можно отметить, что предлагаемый процесс прессования прутков является чрезвычайно сложным процессом. Связано это с тем, что во время прессования заготовка деформируется непрерывно в РСС с винтообразными валками, а далее экструдирована через матрицу. В работе трехмерная геометрическая модель заготовки, валков и матрицы была построена в CAD программе Inventor и импортирована в CAE программу MSC.SuperForge. При создании конечно-элементной модели заготовки, валков и матрицы был использован трехмерный объемный элемент STETRA (четырёхузловой тетраэдр), применяемый для моделирова-

ния трехмерных тел. Время расчета процесса составило 30 - 40 мин. на компьютере PentiumDuo с тактовой частотой 3,4 ГГц и оперативной памятью 2 Гбайта. Для исследования процесса прессования в новом и прокатки в существующем РСС использовали круглую заготовку из алюминиевого сплава 7075 размером $\varnothing 40 \times 150$ мм. Прессование и прокатку заготовки на данных станах осуществляли при температуре 300°C до диаметра 9 мм. Для моделирования пластичности материала заготовки выбрали упругопластическую модель Джонсона-Кука. Из базы данных программного комплекса «MSC.SuperForge» задавали реологические свойства.

Для расчета НДС, температурного поля и силовых параметров использовали техническую характеристику предлагаемого и существующего РСС. В MSC.SuperForge инструменты принимаются абсолютно жесткими и обеспечивают только свойства теплопроводности и теплопередачи, т.е. удельная теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность приняты во внимание, а механические свойства игнорируются. Из базы данных материалов назначили материалом инструмента сталь 9Х1. Для этого материала плотность и тепловые свойства программа назначила по умолчанию. Так как процессы прессования и прокатки проходят при комнатной температуре, начальную температуру инструментов приняли равной 20°C. Контакт между инструментом и прутком смоделирован трением по Кулону, коэффициент трения был принят 0,3.

Запускали программу «MSC.SuperForge» и шаговым методом рассчитывали контактное давление, НДС, силовые параметры и распределение температур по объему прессуемой или прокатываемой заготовки. При этом для наглядности отображения результатов расчета взяли данные для четырех стадий в процентном отношении к полному времени деформирования, т.е. были выбраны следующие интервалы: первая стадия 25, вторая стадия 50, третья стадия 75 и четвертая стадия 100% от полного времени деформирования. В работе для определения размеров зерен прутков, прессованных на новом РСС или прокатанных на существующем РСС, применили модель измельчения зёрен металлов и сплавов по Джонсону-Мейлу-Аврами-Колмогорову [29]. Для определения коэффициентов уравнения Аврами для алюминиевого сплава 7075 провели серии экспериментов на торсионном пластометре STD 812. При проведении экспериментов варьировали скорость и степень деформации, температуру и оценивали их влияние на структуру. Коэффициенты уравнения Авра-

ми рассчитывали методом наименьших квадратов. С учетом найденных коэффициентов средний размер зерен определяли по следующей формуле:

- средний размер динамический рекристаллизованных зерен:

$$d_{DRX} = 76,962 \cdot d_o^{0,22} \cdot \dot{\varepsilon}^{-0,61} \dot{\varepsilon}^{-0,0412} \exp(-1902,72/RT). \quad (1)$$

- средний размер мединамический рекристаллизованных зерен:

$$d_{MRX} = 23,34 \cdot d_o^{0,28} \cdot \dot{\varepsilon}^{-0,39} \dot{\varepsilon}^{-0,0346} \exp(-1902,72/RT). \quad (2)$$

- средний размер статический рекристаллизованных зерен:

$$d_{SRX} = 31,08 \cdot d_o^{0,21} \cdot \dot{\varepsilon}^{-0,39} \dot{\varepsilon}^{-0,0297} \exp(-1902,72/RT). \quad (3)$$

Средний размер зерна за весь процесс деформации вычисляли по уравнению:

$$d_{avg} = X_{SRX}d_{SRX} + X_{MRX}d_{MRX} + X_{DRX}d_{DRX} + (1 - (X_{SRX} + X_{MRX} + X_{DRX}))d_o. \quad (4)$$

Полученные результаты и их обсуждение

При прессовании на новом и прокатке на существующем РСС полученные картины распределение НДС и температурные поля алюминиевого сплава 7075 показаны, соответственно, на рисунках 1 и 2.

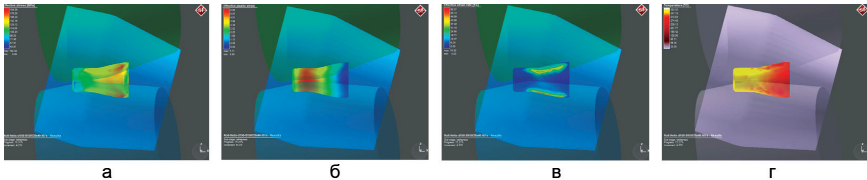


Рисунок 1 – Картина распределения интенсивности напряжения (б) деформации (а), скорости деформации (в) и температурного поля (г) при прокатке заготовок в РСС существующей конструкции (температура прокатки 300°С)

На основе полученных результатов численного моделирования прокатки заготовок из алюминиевого сплава 7075 в гладких валках существующего РСС установлено, что интенсивность напряжений, деформаций и скорости деформации приобретают наибольшее значение в поверхностных зонах заготовки, в то время как в центральной зоне имеют наименьшую величину (рисунок 1, а, б, в); деформируемый металл течет по винтовой траектории с различными скоростями внешнего и внутреннего слоя, что приводит к возникновению макросдви-

говых деформаций в поверхностных зонах заготовки; возникающие макросдвиговые деформации приводят к увеличению интенсивности деформации в поверхностной зоне прокатываемых прутков (рисунок 1,б); увеличение коэффициента вытяжки, углов подачи и раскатки приводит к ещё большему повышению интенсивности деформации и скорости деформации в поверхностной зоне заготовки; температура деформируемой заготовки повышается в зонах контакта заготовки с инструментом (рисунок 1,з); в очаге деформации возникает сжимающие главные напряжения σ_1 , σ_2 и σ_3 , при этом в центральных слоях заготовки возникает разноименная схема напряженного состояния, что может привести к разрушению материала заготовки.

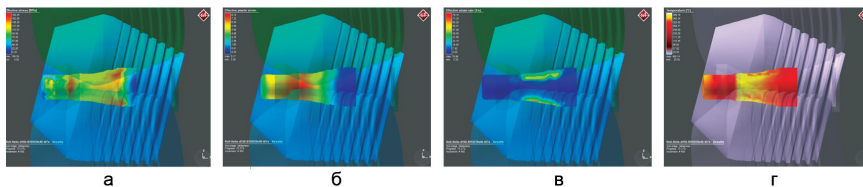


Рисунок 2 – Картина распределения интенсивности напряжения (б) деформации (а), скорости деформации (в) и температурного поля (г) при прессовании заготовок в РСС новой конструкции (температура прессования 300°С)

На основании полученных результатов численного моделирования обработки заготовки из алюминиевого сплава 7075 в винтообразных валках и матрице РСС новой конструкции установлено, что в начальном этапе деформации контактное давление локализуется в зонах захвата заготовки с рабочими поверхностями валков, а далее увеличивается по всему очагу деформации; значение контактного давления в процессе прессования возрастает как в матрице, что свойственно процессу выдавливания, так и на валках. Все это связано с ростом давления подпора в очаге деформации от действия силы выдавливания металла через матрицу; на поверхности заготовки возникают небольшие по величине растягивающие главные напряжения σ_1 , при этом во внешнем слое на каждый элемент действует сжимающие главные напряжения σ_2 и σ_3 ; в центральных слоях прессуемой заготовки возникают сравнительно большие по величине сжимающие главные напряжения σ_1 , σ_2 и σ_3 , что позволяет без нарушения сплошности материала заготовки изготавливать изде-

лия; интенсивности напряжений, деформации и скорости деформации приобретают наибольшее значение в поверхностных зонах заготовки, деформируемых в винтообразных валках, в то время как в центрально зонах имеют умеренную величину (рисунок 2,а,б,в), при этом в ходе прессования заготовки в матрице данные показатели выравниваются по всему сечению изготавливаемого изделия; деформируемый металл течет по винтовой траектории с различными скоростями внешнего и внутреннего слоя, что приводит к возникновению мощных макросдвиговых деформаций по объему заготовки; возникновение мощных макросдвиговых деформаций приводит к значительному увеличению интенсивности деформации в поверхностных зонах заготовки (рисунок 2,б), при этом данные величины выравниваются при прохождении металла через матрицу; увеличение коэффициента вытяжки, углов подачи и раскатки приводит к еще большему повышению интенсивности деформации и скорости деформации по всему поперечному сечению заготовки; температура деформируемой заготовки повышается в зонах контакта заготовки с инструментом, при этом температура заготовки особенно высоко увеличивается на участках, располагаемой перед матрицей РСС (рисунок 2,г).

Следует отметить, что при деформировании заготовки в винтообразных валках, установленных на РСС новой конструкции, металл заготовки течёт по винтовой траектории с различными скоростями деформации, как во внешних и внутренних слоях заготовки, так и в выступах и впадинах данных валков. Движение потоков металла в выступах и впадинах по винтовой линии с различными скоростями деформации вызывает увеличение сдвиговых деформаций по объему заготовки. Это приводит к значительному увеличению интенсивности деформации при прессовании заготовки на новом РСС, по сравнению с интенсивностью деформаций полученных при прокатке в гладких валках, установленных в существующем стане (рисунки 1,в и 2,в). Увеличение интенсивности деформации должно привести к интенсивному измельчению структуры исходной заготовки. Расчёт средних размеров зёрен по вышеприведённым формулам показал, что прокатка прутков из алюминиевого сплава 7075 на гладких валках существующего стана при температуре 300°C приводит к формированию разнозернистой структуры. При этом в периферийных зонах заготовки образуется мелкозернистая структура со средним размером зерен 33 мкм, а в центральных слоях – крупнозернистая структура со средним размером зерен 112 мкм. Это означает, что при

прокатке заготовок в гладких валках существующего стана в структуре металла периферийных зон прутков проходит первичная рекристаллизация. Известно, что прохождение именно этого процесса сопровождается формированием мелкозернистой структуры. Образование крупнозернистой структуры в центральных слоях заготовки связано с прохождением рузупрочняющих процессов как возврат и полигонизация.

Оценка микроструктуры заготовок из алюминиевого сплава 7075, прокатанных в начале в винтообразных валках, а в последующем прессованных в матрице, показал, что при температуре обработки 300°C в металле заготовки формируется мелкозернистая структура. При этом средний размер зерен в периферийной части заготовки равняется 11 мкм, а в центральных слоях - 16 мкм. Образование мелкозернистой структуры можно связать с прохождением устойчивой первичной рекристаллизации по всему объему заготовки при прессовании заготовок на РСС новой конструкции. На основе полученных данных можно сделать вывод, что при прокатке заготовок в гладких валках существующего стана в периферийных зонах заготовки проходит рекристаллизационные процессы, в то время как в центральных зонах заготовки протекает, исходный размер зёрен почти сохраняющих разупрочняющие процессы, как возврат и полигонизация. При прокатке заготовок в винтообразных валках нового РСС рекристаллизационные процессы в периферийных областях заготовки проходят намного легче, чем в центральных областях. Считаем, что причиной хорошего прохождения такого разупрочняющего процесса являются повышенные значения интенсивности деформации и температуры в периферийных зонах прокатываемой заготовки. При этом, величина интенсивности деформации намного превышает критическую степень деформации. Дальнейшее прессование заготовки в матрице нового стана приводит к менее интенсивному прохождению меканической и динамической рекристаллизации в периферийных зонах и интенсивному их прохождению центральных областях заготовки. Причиной такого сравнительно медленного прохождения рекристаллизации в периферийных зонах заготовки является увеличение силы трения в зоне контакта металла заготовки с инструментом.

Выводы. Таким образом, во время прокатки заготовки в винтообразных валках нового стана средний размер зёрен в центральных слоях заготовки больше, чем в поверхностных зонах заготовки. Однако, после прессования заготовки через матрицу размеры зёрен по

сечению прутка выравниваются. Результаты моделирования показали, что применение РСС новой конструкции позволяет эффективно деформировать структуру из алюминиевого сплава 7075 по всему сечению заготовки и тем самым получить прутки с мелкозернистой структурой. Показано, что возникающее при обработке на РСС новой конструкции вращательно-поступательное деформирование заготовки, обеспечивает развитие сдвиговых деформаций по всему сечению заготовки, что приводит к формированию мелкозернистой структуры в прутках из алюминиевых сплавов 7075.

Список литературы

1 Васечко, Д.Ю. Конъюнктура мировых рынков меди и алюминия / Кабели и Провода, 2011. №2. – С. 10-12.

2 Локшин М.З. Современное производство прессованных изделий из алюминиевых сплавов. 2003, №6. –С. 79–80.

3 Логинов, Ю.Н. Непрерывные методы литья и прокатки в производстве контактного провода для железнодорожного транспорта / Ю.Н. Логинов, Р.К. Мысык // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies, 2014. – Т.3. – № 7. – С. 316-326.

4 Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Загиров Н.Н. Прогрессивные технологии совмещенной обработки цветных металлов и сплавов Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет». Научные работы. «Металлургия». 2008. Выпуск10(141). – С. 241-245.

5 Сидельников С.Б., Горохов Ю.В., Беляев С.В. Инновационные совмещенные технологии при обработке металлов. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии, 2015, 8 (2), 185-191 [Sidelnikov, S.B., Gorokhov U.V., Belyaev S.V. Innovative combined technologies for metals processing. Journal of Siberian Federal University. Part: Engineering and technologies, 2015, 8(2), 185-191 (in Russian)]

6 Горохов Ю.В., Тимофеев В.Н., Беляев С. В., Авдулов А.А., Усков И.В., Губанов И.Ю., Авдулова Ю.С., Иванов А.Г. Прессовый узел установки Confort для непрерывного прессования цветных металлов. Известия высших учебных заведений // Цветная металлургия. 2017. – № 4. – С. 69–75.

7 Мочалин И.В., Горохов Ю.В., Беляев С.В., Губанов И.Ю. Экструзионное медных шин на установке «Конформ» с форкамерой // Цветные металлы. 2016. – № 5. - С. 75–78.

8 Горохов Ю.В., Беляев С.В., Мочалин И.В., Усков И.В., Губанов И.Ю., Горохова Т. Ю., Храмов П. А. Моделирование в DEFORM-3D непрерывного прессования медных шин на

установке Конформ с форкамерной матрицей. Журнал Сибирского федерального университета // Техника и технологии. 2016. – № 9 (6). – С. 821–829.

9 *Солопко И.В.* Автоматизированный расчет оптимальных размеров инструмента при проектировании экспериментальной установки для непрерывного литья-прессования методом Конформ // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VIII Всероссийской научно – практической конференции / под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2011. – С.458-463.

10 *Шимов Г.В., Фоминых Р. В., Ефремова А.С., Ковин Д.С.* Исследование траекторий течения непрерывнолитой меди при прессовании способом Conform // «Цветные металлы». 2018. – № 4. – 79 - 85.

11 *Горохов Ю.В., Шеркунов В.Г., Константинов И.Л.* Методология исследования совмещенного процесса непрерывного литья и прессования металлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2015. – Т. 15, № 2. - С. 82–88

12 *Rajendran N., Valberg H., Misiolek W.Z.* The FEM Simulation of Continuous Rotary Extrusion (CRE) of Aluminum Alloy AA3003 // AIP Conference Proceedings. 2017. Vol. 1896. DOI: 10.1063/1.5008049.

13 *Kumari S., Rai A.K., Sinha D.K., Francis R.Ch.* Deformation Behavior and Characterization of Copper Alloy In Extrusion Process // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2015. – Vol. 6 (7). – P. 72–78.

14 *Xin-bing Y. et al.* Continuous extrusion and rolling forming velocity of copper strip // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. 2013. Vol. 23. P. 1108–1113.

15 *Cho J.R., Jeong H.S.* CONFORM process: surface separation, curling and process characteristics to the wheel diameter // Journal of Materials Processing Technology. 2003. – Vol. 136. – P. 217–226.

16 *Горохов Ю.В., Солопко И.В., Катрюк В.П.* Экспериментальная установка для совмещения непрерывного литья и прессования цветных металлов на базе карусельного кристаллизатора // Цветные металлы-2011: Сб. научн. статей. – Красноярск: ООО «Версо», 2011. – С.579 -581.

17 *Сидельников С.Б.* Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография [Текст] / С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, Н.Н. Загиров. - М.: МАКС Пресс, 2005. - 344 с.

18 *Фастыковский, А.Р.* Развитие научных основ и разработка совмещенных методов обработки металлов давлением, обеспечивающих экономию материальных и энергетических ресурсов: авто-

реф. дис. ... д-ра техн. наук / Фастыковский Андрей Растиславович. – Новокузнецк, 2011. – 38 с.

19 *Matveeva, I.* Development and research of new aluminium alloys with transition and rare-earth metals and equipment for production of wire for electrotechnical applications by methods of combined processing / I. Matveeva, N. Dovzhenko, S. Sidelnikov, L. Trifonenkov, V. Baranov, E. Lopatina // TMS Light Metals 2013 - At the TMS 2013 Annual Meeting and Exhibition, 2013. – P. 443-447.

20 *Горохов Ю.В., Солопко И.В., Константинов И.Л.* Основы проектирования конструктивных параметров установки непрерывного литья-прессования металлов. Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2009, 3, 20-23 [Gorokhov U.V., Solopko I.V., Constantinov I.L. The principles of designing of constructional parameters of metals continual casting-extrusion. Vestnik MG TU, 2009, 3, 20-23 (in Russian)]

21 *Горохов, Ю.В., Шеркунов В.Г., Довженко Н.Н.* Основы проектирования процессов непрерывного прессования металлов: монография [и др.] – Красноярск: Сибирский Федеральный ун-т, 2013. – 224 с.

22 *Горохов Ю.В., Солопко И.В., Суслов В.П., Крылов М.А.* Особенности пластического течения материала заготовки в деформационной зоне при непрерывном прессовании способом «Конформ» // Цветные металлы. 2010. – № 12. – С. 69–71.

23 *Сидельников, С.Б. Гришечкин А.И., Довженко Н.Н.* Проектирование и освоение опытно-промышленной установки совмещенной прокатки-прессования // Технология легких сплавов. - 2002. - № 5-6. - С. 41 - 44.

24 *Скуратов А.П., Горохов Ю.В., Потапенко А.С.* Применение САД систем при моделировании тепловых процессов в установке непрерывного литья и прессования цветных металлов. Труды IV все-русской научно-практической конференции: Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Новокузнецк, 2016, 154-158 [Skuratov A.P., Gorokhov U.V., Potapenko A.S. Applying CAD-systems to model thermal processes in an equipment of continual casting and extrusion of non-ferrous metals. Reports of IV all-russian scientific conference: Modeling and high-tech technologies in technical and socialeconomic systems. Novokusnetsk, 2016, 154-158 (in Russian)]

25 *Stefanik A., Morel A., Mroz, S., Szota P.* «Theoretical and experimental analysis of aluminium bars rolling process in three-high skew rolling mill» Archives of Metallurgy and Materials. Vol. 60, Issue 2, 2015. Pp 809-813.

26 *Galkin, S.P., Romantsev, B.A., Kharitonov, E.A.* Putting into practice innovative potential in the universal radial-shear rolling process. CIS Iron and Steel Review 2014(9), с. 35-39.

27 S. A. Mashekov, A. E. Nurtazaev, A. S. Mashekova, E. Z. Nugman, U.D.Angarbekov, B.A. Bekbosynova. Automated control system of the radial-shear press mechanism of a new design. Scientific research of the SCO countries: synergy and integration, Materials of the International Conference, July 31, 2019 Beijing, China 2019, P. 174-182, ISBN 978-5-905695-45-2.

28 Солдаткин А., Голенков Ю., и др. Программа MSC.SuperForge как один из элементов системы виртуального производства и управления качеством изделий.//САПР и графика, 2000, №7, с. 11-13.

29 Jonsson M. An Investigation of Different Strategies for Thermo-mechanical Rolling of Structural Steel Heavy Plates // ISIJ International, – Vol. 46 (2006), No. 8, pp. 1192-1199.

Машеков С.А. - доктор технических наук, профессор

Нугман Е.З. - кандидат технических наук

Тусупкалиева Э.А. - доктор PhD, e-mail: elatus78@mail.ru.

Машекова А.С. - магистр, e-mail: ms.mashekova@mail.ru

*Д.С. Мырзалиев¹, Д.А. Абзалова¹, О.Б. Сейдуллаева¹,
Н.К. Жолбарыс¹, Б.Е. Калжигит¹*

¹Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,
г.Шымкент, Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Аннотация. В статье в качестве объекта исследования выбрана тема совершенствования системы технической эксплуатации насосных агрегатов. На гарантированное теплоснабжение и электроснабжение потребителей оказывают существенное влияние стабильная, высокоэффективная работа насосных агрегатов, составляющих большую часть теплоэнергетических установок. В настоящее время основное направление технической политики в области совершенствования работы насосных агрегатов в основном связано с модернизацией эксплуатационного насосного оборудования и повышением согласованности используемых гидравлических сетевых насосов. Анализ этих данных позволяет определить наиболее надёжные компоненты насосного оборудования с наибольшим статическим и динамическим действием, а также разработать стратегию и тактику отказа насосных агрегатов.

Ключевые слова: энергоэффективность, промышленность, насосный агрегат, гидрофобизация, энергообъект, надёжность.

• • •

Түйіндеме. Мақалада зерттеу объектісі ретінде сорғы агрегаттарын техникалық пайдалану жүйесін жетілдіру тақырыбы таңдалды. Тұтынушыларды кепілді жылумен қамтамасыз етуге және электрмен жабдықтауға жылу энергетикалық қондырғылардың көп бөлігін құрайтын сорғы агрегаттарының тұрақты, тиімділігі жоғары жұмысы елеулі әсер етеді. Қазіргі уақытта сорғы агрегаттарының жұмысын жетілдіру саласындағы техникалық саясаттың негізгі бағыты негізінен пайдаланылатын сорғы жабдығын жаңғыртумен және қолданылатын гидравликалық желілік сорғылардың келісімділігін арттырумен байланысты. Бұл деректерді талдау ең көп статикалық және динамикалық әсері бар сорғы жабдығының ең сенімді компоненттерін анықтауға, сондай-ақ сорғы агрегаттарының істен шығу стратегиясы мен тактикасын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: энергия тиімділігі, өнеркәсіп, ортадан тепкіш сорғы, гидрофобизация, энергия объектісі, тefлондау.

• • •

Abstract. The article explores the subject of improvement of the system of technical operation pumping units. The guaranteed heat and power supply to consumers is significantly impacted by the stable, highly efficient operation of pumping units

that make up the majority of thermal and power plants. Issues of improving the reliability of pumps are very relevant and require close attention to design and operational maintenance. Currently, the main direction of technical policy in the field of improving the operation of pumping units is mainly related to the modernization of operational pumping equipment and improving the consistency of the hydraulic network pumps that are currently in operation. Analysis of this data allows to determine the most reliable components of pumping equipment with the greatest static and dynamic action, as well as to develop emergency failure strategy and tactics for pumping units.

Keywords: energy efficiency, industry, centrifugal pump, hydrophobization, energy facility, teflon coating.

Введение. Эффективность использования и качество функционирования машин и агрегатов определяется уровнем их работоспособности и надежности. Потери предприятий, связанные с обеспечением работоспособности и надежности насосных агрегатов за период эксплуатации, в несколько раз превышают их первоначальную стоимость. Обеспечение надежности машин является сложной проблемой, для решения которой необходимо проведение комплекса конструкторских, технологических и организационных мероприятий. Основной задачей теории надежности является изучение закономерностей возникновения отказов и неисправностей объекта и на базе результатов исследований разработка мероприятий, направленных на обеспечение выполнения объектом заданных функции с наименьшими потерями. Воздействующие при эксплуатации факторы влияют на возникновение отказов вызывают постепенное изменение характеристик и параметров элементов. Существенное влияние на гарантированную эксплуатацию оказывает стабильная, высокоэффективная работа насосных агрегатов, составляющих важную часть оборудования теплоэнергетических объектов. Проблемы повышения надежности насосов очень актуальны и требуют внимания как со стороны проектных, так и эксплуатационных организаций. По разным оценкам, до 10% электроэнергии, вырабатываемой на энергоблоке, идёт на привод насосного агрегата. Следует отметить, что в общей смете расходов затраты на техническое обслуживание насоса, по отдельным отраслям промышленности, достигает более 85%, поэтому проблема повышения эффективности насосного оборудования и совершенствования системы технической эксплуатации насосных агрегатов перспективна и актуальна.

Цель работы - повышение эффективности насосного оборудования и совершенствование системы технической эксплуатации насосных агрегатов.

Основная часть. В настоящее время основное направление технической политики в области совершенствования функционирования гидравлических систем связано с модернизацией эксплуатируемого насосного оборудования и повышением согласованности используемых насосов с гидравлической сетью. По данным Europtmp, до 60% насосных станций, эксплуатирующихся в мире, работают с КПД всего лишь 10-40%, что обусловлено широким диапазоном реальной рабочей зоны, в которой вынуждены работать насосные агрегаты. Следует отметить, что данная область существенно отличается от оптимальной рабочей зоны, на которую насос был спроектирован. Негативное воздействие на энергоэффективность гидравлических систем, связано с невозможностью регулирования требуемого расхода экономичными способами, что в итоге также приводит к большим потерям энергии и значительному сокращению располагаемого ресурса гидромашин [1,2]. Применительно к текущим обстоятельствам правильность разработанного способа позволяет определить фактический ресурс работы насосного агрегата с повышенной надежностью, учитывая особенности эксплуатации конкретного технологического цикла, а также современное состояние используемых насосов для повышения их КПД.

На первом этапе необходимо, по результатам анализа повреждений насосного оборудования, определить наиболее эффективный способ повышения надежности работы насосного оборудования, эксплуатирующегося на различных энергетических объектах. Изучение статистических данных по насосному отказу тепловых электростанций может стать одним из первых мероприятий, направленных на повышение надежности энергообъектов. Во многих случаях решающее влияние на возникновение отказов оказывают изменения на поверхности детали, которая подвергается непосредственному воздействию окружающей или рабочей агрессивной среды, влаги, загрязнений. Анализ этой информации позволяет выявить наиболее надежные детали насосного оборудования, которые подвержены наибольшему статическому и динамическому воздействию, а также разработать стратегию и тактику борьбы с отказами насосного оборудования. Было проанализиро-

вано более 1100 насосных агрегатов, работающих на 34 теплоэнергетических установках. За два года на этих объектах было зафиксировано повреждение отдельных элементов 750 насосов, что составляет 68,4% от общего числа обследований насосов. Повреждения касались почти всех основных элементов насосных агрегатов. Повреждение корпуса, подшипников, крыльчатки, вала и уплотнений были выявлены в отдельных группах. На рисунке 1 показана диаграмма, показывающая дробное распределение повреждений структурных элементов насоса.

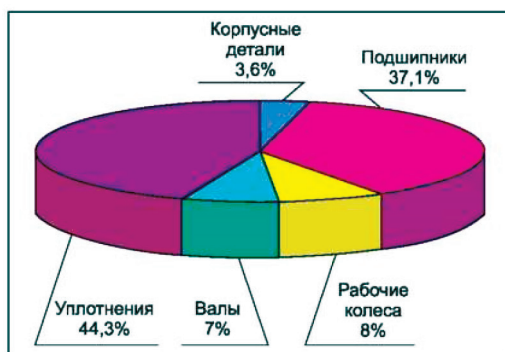


Рисунок 1 - Диаграмма распределения повреждений по элементам насосов

Устранение причин, приводящих к этим повреждениям - одна из важнейших задач специалистов объекта, направленная на снижение аварийности насосных установок и повышение надежности его работы. Оценка эффективности насосного агрегата необходима для принятия правильных и обоснованных решений по ряду вопросов, возникающих при эксплуатации. Состояние насоса в любой момент времени характеризуется доступностью ресурсов, надежность работы насосного агрегата, капитального ремонта, в ходе которого его основные технические параметры и характеристики, указанные в техническом паспорте, остаются в указанных пределах допусков. Анализ работы насосных агрегатов может быть выполнен созданием физико-математических моделей, которые описывают процессы, происходящие в части потока, и в основных узлах насоса и учитывают взаимное влияние параметров насоса или группы насосов друг на друга. Главная задача данного анализа заключается в том, чтобы определить границы допускаемых

влияний параметров на насосы, а также определить истинный ресурс, с учётом тех возросших нагрузок, которым он подвергается в режиме нестандартной эксплуатации.

Методы исследований. Решение проблем энергосбережения является приоритетом для повышения эффективности теплогенерирующих установок. Кроме того увеличение стоимости центробежных насосов идёт на основе гидрофобности рабочих колес.

По данным Министерства образования и науки, в сфере потребления энергии это 70% энергосберегающих мощностей и только 30% - в сфере производства электроэнергии. В связи с этим возрастает важность разработки и внедрения технологий, которые снижают энергопотребление и улучшают работу конкретных технологических циклов. Одной из таких технологий является метод модернизации поверхности деталей потока центробежных насосов на основе модификации функциональных поверхностей деталей потока крыльчатки (РК) насосов. Изменение свойств поверхности проточной части насоса позволяет повысить производительность насосного агрегата с помощью гидрофобных покрытий. Создание гидрофобных пленок на поверхностях с пространственной геометрией, является сложной задачей и является одним из ограничивающих факторов широкого применения этой технологии для повышения производительности насосов. Реализация этого метода возможна на основе использования тефлона. Тефлон поверхностей эффективно выполняется на основе использования ПТФЭ-4, уникального материала, который имеет ряд свойств, которые определяют его применение во многих отраслях промышленности. Фторопластичность обладает химической стойкостью практически ко всем агрессивным веществам [3,5]. Экспериментальные исследования по использованию фторполимерных покрытий для создания гидрофобных поверхностей в центробежных насосах РК проводились на энергомотах, например, исследования насосов км 65-50-160а (имеющих коэффициент ускорения, равный 88). Этот тип насоса наиболее распространен в коммунальной службе и используется в технологических циклах систем отопления, холодной и горячей воды. На рисунке 2 представлена характеристика давления насоса КМ 65-50-160а с оригинальным и обновленным ПК, а также на рисунке 3 дается сравнительная характеристика эффективности (для рабочей зоны) рассматриваемого насоса [1,5].

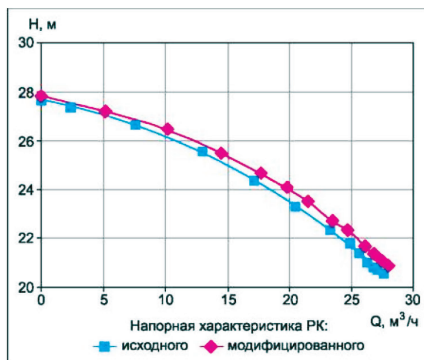


Рисунок 2 - Напорная характеристика насоса KM 65-50-160a с исходным и модернизированным рабочим колесом

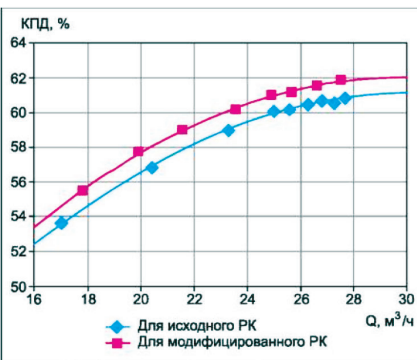


Рисунок 3 - Характеристика КПД (рабочая зона) насоса KM 65-50-160a до и после создания фторопластового гидрофобного покрытия на рабочем колесе

Основные результаты. Результаты энергетических испытаний по изучению влияния гидрофобного фторопластового покрытия на поверхность:

- происходит увеличение давления насоса после создания гидрофобного покрытия, что объясняется снижением потери гидравлического трения, которая приводит к увеличению давления;
- обеспечивается работа насоса, т.е. выполняется необходимый закон $h=f(Q)$;
- снижается энергопотребление примерно до 90 Вт, в основном на рабочем месте, что объясняется снижением потребляемой мощности (трением и потерей вихря) для покрытия гидравлических потерь;
- повышается эффективность насоса на 1,5-2% в рабочей зоне.

Согласно результатам исследования, модернизация центробежного насоса KM 65-50-160a привела к повышению энергоэффективности в обеспечении работы насоса на основе создания гидрофобного фторопластичного покрытия на поверхностях. Это покрытие защищает поверхность от образования коррозии и осадка, которое обеспечивается отсутствием контакта прокачанной среды и металла потоковой части [4,6]. Кроме того, покрытие обладает высокой прочностью и химической стойкостью.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали:

- важность интегральной оценки работы гидроцикла в целом, а также анализа производительности и выхода из эксплуатации его отдельных элементов;
- необходимость разработки подходов с высокой надежностью для прогнозирования остаточного срока службы насосного агрегата;
- перспективы создания технологий, позволяющих повысить эффективность и надежность насосного оборудования на основе гидрофобизации поверхности токовой части рабочих колес путем тефлоноирования.

Список литературы

1 Волков А.В., Панкратов С.Н. Анализ повреждений насосного оборудования на тепловых энергетических объектах // Тяжелое машиностроение. 2005.- № 10.- С. 2-6.

2 Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах. - М.: Машиностроение, 1977.

3 Носов Э.Ф., Маркевич А.М., Клейменов Н.А. Энциклопедия полимеров. - М.: Советская энциклопедия, 1977. - Т. 3. - 1152 с.

4 Акользин А.П. Противокоррозионная защита стали пленкообразователями. - М.: Металлургия, 1989, - 192 с.

5 Волков А.В., Парыгин А.Г., Хованов Г.П., Наумов А.В. Повышение эффективности работы центробежных насосов, находящихся в эксплуатации. Журнал «Новости теплоснабжения», №10 (122).- 2010 г.

6 Зорин В.А. Основы работотехнических систем. - М.: «Магистр-Пресс», 2005. - 536с.

Мырзалиев Д.С. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: darkhan-m7@mail.ru

Абзалова Д.А. - кандидат технических наук, доцент, e-mail: dilya0158@mail.ru

Сейдуллаева О.Б. - магистрант, e-mail: orynkul_s@mail.ru

Жолбарыс Н.К. - магистрант, e-mail: nurgisa1996.kz@bk.ru

СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 67.03.03, 67.11.59

В.А. Лапин¹, С.Е. Ержанов¹, А.А. Девярых¹, Е.С. Алдахов¹

¹Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры, г. Алматы, Казахстан

ДИНАМИКА 25-ТИ ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В г. АЛМАТЫ 26 МАРТА 2018 г.

Аннотация. Анализируется поведение 25-ти этажного здания гостиницы «Казахстан» при землетрясении 26 марта 2018 г. Очаг землетрясения наблюдался недалеко от г. Капшагай. На здании гостиницы установлена цифровая станция инженерно-сейсмометрической службы. Выявлено отсутствие резонансных явлений здания при указанном землетрясении. Построены кривые распределения ускорения в уровнях здания на азимутальной плоскости. Отмечены значительное ускорение в вертикальном направлении в уровне технического этажа, которое может быть следствием наличия тектонического разлома вблизи здания. Установлено, что в уровне подвала период максимума спектра порядка 0,18 с. Впервые определены энергетические характеристики инструментальных записей в уровнях здания.

Ключевые слова: акселерограмма, сейсмостанция, ускорения, период колебаний.

• • •

Түйіндеме. 2018 жылғы 26 наурыздағы жер сілкінісі кезіндегі «Қазақстан» қонақ үйінің 25-қабатты ғимаратының әрекеті талданады. Жер сілкінісінің ошағы Қапшағай қаласынан алыс емес жерде орын алған. Қонақ үйдің ғимаратында инженерлік сейсмометриялық қызметінің цифрлық станциясы орнатылған. Көрсетілген жер сілкінісі кезінде ғимараттың резонанстық құбылыстарының жоқтығы айқындалды. Азимуттық жазықтықтарда ғимарат деңгейлеріндегі жылдамдықтың қисық таралуы салынды. Техникалық қабат деңгейінде ғимарат маңында тектоникалық жарығының салдарынан болуы мүмкін тік бағыттағы айтарлықтай үдеу белгіленді. Жертөле деңгейіндегі тәртіп спекторы максимумының периоды 0,18 сек. екендігі айқындалды. Бірінші рет ғимарат деңгейлерінде аспаптық жазбалардың энергетикалық сипаттамалары анықталды.

Түйінді сөздер: акселерограмма, сейсмикалық станция, үдеу, тербеліс периоды.

Источник финансирования исследований. Исследования выполнялись с использованием средств гранта АР 05130702 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Abstract. The behavior of the 25-storey building of “Kazakhstan” hotel during the earthquake on March 26, 2018 is analyzed. The focus of the earthquake was near the town of Kapshagai. A digital station of the engineering and seismometric service installed on the hotel building. Absence of resonance phenomena of the building at the specified earthquake was revealed. Acceleration distribution curves have been constructed at building levels on the azimuth plane. Significant acceleration in the vertical direction in the level of the technical floor is noted, which can be caused by a previously unidentified tectonic fault near the building. It has been established that in the basement level the maximum period of the spectrum is about 0.18 seconds. For the first time, the energy characteristics of instrumental records in the building levels have been determined.

Keywords: accelerogram, seismic station, accelerations, period of oscillations.

Введение. Вся территория Алматинской области подвержена землетрясениям, которые могут представлять опасность для зданий и сооружений на территории мегаполиса г. Алматы. На территории города расположена сеть станций инженерно-сейсмометрической службы (ИСС). Сеть станций ИСС «КазНИИСА» на зданиях является единственной в Республике Казахстан. Инструментальные записи (акселерограммы, велосиграммы, сейсмограммы) являются объективной информацией о поведении зданий и сооружений при землетрясении.

Цель работы - снижение риска потерь при землетрясениях, что является основной задачей сейсмостойкого строительства.

В г. Алматы находится несколько десятков высотных зданий и их количество продолжает увеличиваться. Поэтому чрезвычайно важен анализ поведения высотных зданий при землетрясениях с очагами в Алматинской области. Это имеет как научный интерес – накапливается новая информация о поведении зданий при землетрясениях, так и практический – открывается возможность уточнения расчетных моделей зданий и воздействия, используемых в проектных расчетах, а также при корректировке нормативных документов в строительстве.

Методы исследования. Основным методом работы является анализ инструментальных записей реальных землетрясений, записанных станциями инженерно-сейсмометрической службы КазНИИСА. В данном случае исследуются акселерограммы сейсмической станции № 16 «Высотная гостиница» при ощутимом землетрясении с очагом в Алматинской области. При этом используются системы компьютерной математики MATLAB и Scilab. Согласно оперативным данным Центра данных Института геофизических исследований Министерства энергетики 26 марта 2018 г. произошло землетрясение в

18 ч. 53 мин. по времени Астаны (26 марта в 12 ч.53 мин. по Гринвичу) в 31 км к юго-востоку от г. Капшагай, в 63 км к северо-востоку от г.Алматы. Координаты эпицентра: 43.70° северной широты, 77.36° восточной долготы. Магнитуда $m_{rv}=5$. Энергетический класс $K=11.4$. Глубина $h=7$ км. Землетрясение ощущалось в г. Алматы с интенсивностью 3 балла и гораздо сильнее в г.Капшагай. На рисунке 1 приведено расположение очага землетрясения. Инструментальные данные были получены станциями инженерно-сейсмометрической службы КазНИИСА. Представляет интерес анализ инструментальных записей сейсмостанции № 16 «Высотная гостиница».

Станция № 16 «Высотная гостиница». Станция расположена на 25-ти этажном высотном здании гостиницы «Казахстан» и была установлена в 1977 г. Станция модернизирована в 2009 г. Установлен цифровой регистратор РСМ-32 с акселерометрами ADXL-500. На 6-м этаже установлены высокочувствительные датчики ADXL-1000. Здание гостиницы имеет высоту 105,7 м и представляет собой ствол эллипсоидной формы в плане размерами в осях 12×44 м.



Рисунок 1 - Расположение очага землетрясения 26.03.2018 г. в Алматинской области

Толщина ствола по всей высоте здания постоянна и равна 500 мм. В радиальном направлении от ствола отходят железобетонные диафрагмы, монолитно связанные со стволом и обладающие переменной по высоте здания толщиной 250×500 мм. Фундаментная плита размером 60,0×40,0×2,8 м заглублена на 10 м от поверхности земли. Основанием зданию служат однородные плотные грунты - валуногалечник с песчаными прослойками. Нормативное сопротивление грунта составляет $R_n = 6,0$ кгс/см². Ранее на этом здании были получены инструментальные записи (акселерограммы) при землетрясении 9 августа 2017 г. в Китае (Синьцзян-Уйгурский автономный район) [1,2].

Основные результаты. В таблице 1 приведены максимальные величины ускорений, эффективной длительности, значения спектрального коэффициента и периода максимума спектра при землетрясении 26.03.2018г. Шаг цифровки акселерограмм 0,0064 с. Под эффективной длительностью подразумевается продолжительность колебаний с амплитудой, превышающей половину максимума. Определение значений спектральных кривых выполнено с помощью решателей систем компьютерной математики MATLAB и SCILAB. Первый из этих пакетов лицензионный, второй – свободно распространяемый. Следует отметить достаточно сложное распределение ускорений по высоте здания. Максимальное вертикальное значение ускорения имеет место в уровне технического этажа 13,77 см/с². На рисунках 2-5 приведены записанные акселерограммы в уровнях здания. Распределение ускорений на азимутальной плоскости в различных уровнях здания представлено на рисунках 6-9.

Поэтому здесь интенсивность землетрясения 26.03.2018 г. примерно 3 балла в районе сейсмостанции №16 «**Высотная гостиница**». Величины ускорения в азимутальной плоскости в уровне кровли примерно равны аналогичным величинам в уровне 18 этажа здания. Эффективная длительность акселерограмм меняется здесь в широких пределах. Периоды максимума спектра в уровне 6 этажа в азимутальной плоскости равны 0,17-0,18 с, что близко к величине периода максимума спектра в уровне подвала 0,2 с. На рисунках 10-13 представлены соответствующие спектральные кривые. В уровнях 18-го, 21-го и технического этажа наравне с пиками спектральных кривых в районе 0,2-0,4 с. имеют место локальные пики ускорения в районе 1,4 с (рисунки 10-13). Период максимума спектра в указанном районе связан с некоторым проявлением первой формы колебания здания.

Таблица 1 - Максимальные величины ускорений и параметров акселерограмм при землетрясении 26.03.2018г. ($h=0,0064c$)

Компонента	Ускорение, cm/c^2	Эффективная длительность, с	Спектральный коэффициент	Период максимума спектра, с
27.03.18-16-1-у1, Техн.этаж OZ	13,77	6,95	5,32(5,27)	0,18(0,21)
27.03.18-16-1-у3, Техн.этаж OX	7,22	29,19	5,71	0,37
27.03.18-16-1-у4, Техн.этаж OY	11,61	22,85	6,58	0,32
27.03.18-16-1-у5, 21 этаж OX	5,38	67,49	4,70	0,21
27.03.18-16-1-у6, 21 этаж OY	7,99	22,99	5,19	0,18
27.03.18-16-1-у7, 18 этаж OX	6,50	20,24	4,4	0,37
27.03.18-16-1-у8, 18 этаж OY	10,14	9,98	4,35(4,03)	0,19(0,32)
27.03.18-16-1-у11, 2 этаж OX	0,18	27,13	4,35	0,24
27.03.18-16-1-у12, 2 этаж OY	0,31	5,08	3,71	0,19
27.03.18-16-1-у13, Подвал OX	0,21	6,39	2,53	0,20
27.03.18-16-1-у15, 6 этаж OX	0,35	7,80	5,29	0,18
27.03.18-16-1-у16, 6 этаж OY	0,20	20,07	5,12	0,32

Таблица 2 - Максимальные величины ускорения в горизонтальной плоскости

Номер этажа	Максимальное ускорение, cm/c^2
26	11,86
21	8,58
18	10,80
6	0,35
2	0,33

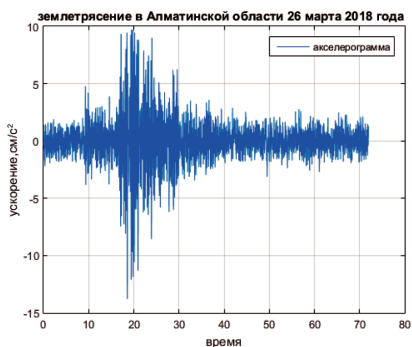


Рисунок 2 - Инструментальные записи (акселерограммы) 27.03.18-16-1-у1 технического этажа ось OZ (сейсмостанция № 16)

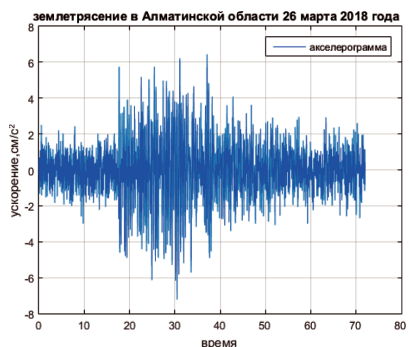


Рисунок 3 - Инструментальная запись (акселерограмма) 27.03.18-16-1-у3, технического этажа ось OX

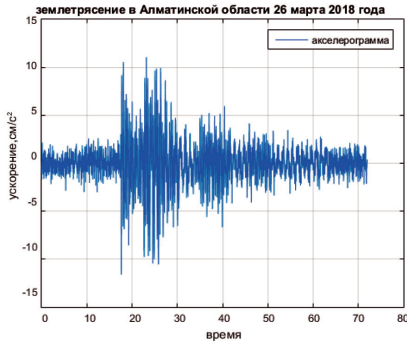


Рисунок 4 - Инструментальная запись (акселерограмма) 27.03.18-16-1-и4, технический этаж ось OY

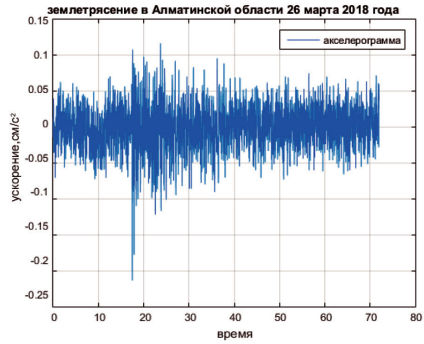


Рисунок 5 - Инструментальная запись (акселерограмма) 27.03.18-16-1-и13, подвал ось OX

На рисунках 6-9 представлены распределения ускорений в горизонтальной плоскости в уровне этажей и кровли здания. На уровне 6 этажа максимальное значение ускорения $0,35 \text{ см/сек}^2$, технического 26 этажа – $11,86 \text{ см/сек}^2$ (таблица 2). Распределение ускорения на азимутальной плоскости носит более плавный характер.



Рисунок 6 - Распределение ускорений в азимутальной плоскости в уровне 26 этажа



Рисунок 7 - Распределение ускорений в азимутальной плоскости в уровне 21 этажа

распределение ускорения на азимутальной плоскости

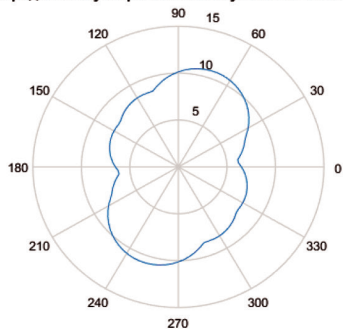


Рисунок 8 - Распределение ускорений в азимутальной плоскости в уровне 18 этажа

распределение ускорения на азимутальной плоскости

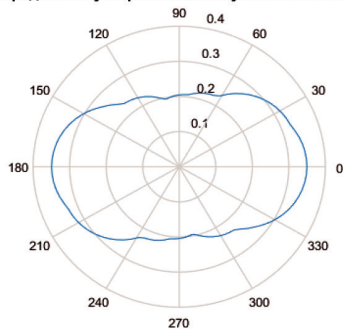


Рисунок 9 - Распределение ускорений в азимутальной плоскости в уровне 6 этажа

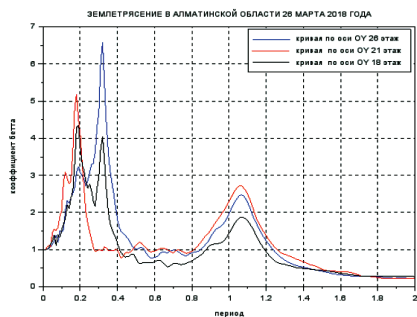


Рисунок 10 - Спектральные кривые, 26-ой, 21-ый, 18-ый этажи по оси OX

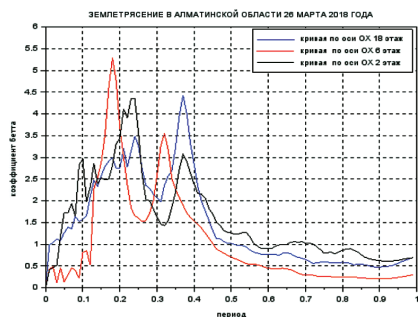


Рисунок 11 - Спектральные кривые, 26-ой, 21-ый, 18-ый этажи по оси OY

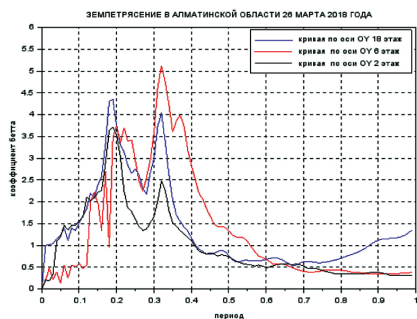


Рисунок 12 - Спектральные кривые, 18-ой, 6-ый, 2-ый этажи по оси OX

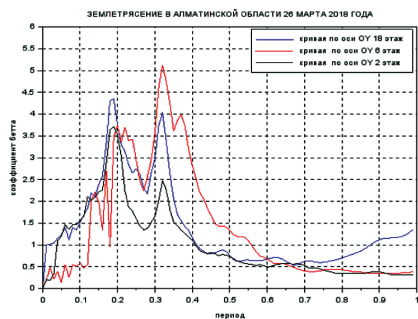


Рисунок 13 - Спектральные кривые, 18-ой, 6-ый, 2-ый по этажи оси OY

На уровне подвала период максимума спектра 0,1-0,2 с, что является оценкой спектрального состава ускорения в основании. Ниже приведены оценки энергетических характеристик здания по инструментальным записям на различных уровнях здания. Характеристики колебаний основания (длительность воздействия, спектральный состав, амплитудные характеристики) и весь комплекс характеристик воздействия влияют на объем энергии, поступившей в сооружение и влияющей на повреждение всех его элементов. Здание начинает работать нелинейно и упругие маятниковые модели уже становятся неприемлимыми. Это породило достаточно новое направление исследований, связанное с расчетом энергетических характеристик здания и оценкой его энергоемкости [4-15]. Идеальной, здесь является информация станций инженерно-сейсмометрической службы на здании. Акселерограммы в основании сооружения есть характеристики как сейсмического воздействия, так и здания. Энергия сейсмического воздействия перекачивается в конструкции здания. Количество и качество этой энергии является причиной повреждения элементов конструкции и изменения их геометрических характеристик.

Информация о поведении грунта при землетрясении, а также инструментальная информация в уровнях по высоте здания позволяет судить о распределении получаемой энергии в конструкциях сооружения. Далее для исследования инструментальных записей станций ИСС в качестве характеристики землетрясения будем рассматривать такой вариант интенсивности по Ариасу [4]:

$$I'_A = \frac{\pi}{2g_0} \int_0^T \dot{y}_0^2(t) dt, \quad (1)$$

или кумулятивную абсолютную скорость

$$U = \int_0^T |\dot{y}_0(t)| dt = CAUV. \quad (2)$$

Расчеты выполнялись с помощью модулей системы компьютерной математики MATLAB. Обращает внимание тот факт, что наибольшему по величине ускорению по вертикальной оси в уровне технического этажа соответствуют не самые большие величины параметров I'_A и U . В целом величины I'_A и U меняются более равномерно, чем пики ускорений. Соотношения указанных величин в уровнях здания показывают, что для разработки многомассовой расчетной модели здания следует воспользоваться методами идентификации динамических систем. Очевидно,

что многомассовая модель здания должна учитывать различные типы деформаций здания – изгибные, сдвиговые, крутильные.

Таблица 3 - Максимальные величины ускорений и энергетические характеристики акселерограмм при землетрясении 26.03.2018г., сейсмостанция №16 (h=0,0064с)

Компоненты	Ускоре- ние, см/с ²	I'_A , см/с.	CAV, см/с.	Период миниму- ма спектра, с
27.03.18-16-1-ц1, Техн.этаж OZ	13,77	0,2571	39,10	0,18(0,21)
27.03.18-16-1-ц3, Техн.этаж OX	7,22	0,2314	60,34	0,37
27.03.18-16-1-ц4, Техн.этаж OY	11,61	0,4854	75,53	0,32
27.03.18-16-1-ц5, 21 этаж OX	5,38	0,1507	63,24	0,21
27.03.18-16-1-ц6, 21 этаж OY	7,99	0,1368	43,92	0,18
27.03.18-16-1-ц7, 18 этаж OX	6,50	0,1229	40,12	0,37
27.03.18-16-1-ц8, 18 этаж OY	10,14	0,1646	35,22	0,19(0,32)
27.03.18-16-1-ц11, 2 этаж OX	0,18	0,00011	1,30	0,24
27.03.18-16-1-ц12, 2 этаж OY	0,31	0,000063	0,646	0,19
27.03.18-16-1-ц13, Подвал OX	0,21	0,000040	0,582	0,20
27.03.18-16-1-ц15, 6 этаж OX	0,35	0,00014	0,758	0,18
27.03.18-16-1-ц16, 6 этаж OY	0,20	0,00013	1,112	0,32

Обсуждение результатов. Позитивным является отсутствие резонансных явлений при колебаниях 25-ти этажного здания при местных землетрясениях. Это объясняется различием частотных характеристик землетрясения и частотами свободных колебаний здания, для которого известны периоды колебаний по первой и второй формам колебания. Впервые получены энергетические характеристики в уровнях здания при воздействии местных землетрясений величины интеграла Ариаса и значения кумулятивной абсолютной скорости. Представленные данные могут быть использованы как для разработки энергетической шкалы интенсивности землетрясений с учётом местных особенностей землетрясений, так и разработки методов оценки сейсмического риска. Другая область применения полученных экспериментальных данных это разработка расчётных моделей высотного здания с использованием методов идентификации динамических систем с использованием соответствующего программного обеспечения, например, пакет System Identification Toolbox системы компьютерной математики MATLAB. Это программный инструмент для создания математических моделей динамических систем на основе наблюдаемых входных/выходных данных. Полученные результаты являются уникальными ввиду отсутствия иных сетей станций инженерно-сейсмометрической службы на зданиях в г. Алматы.

Выводы:

1. На станции №16 оценка периода максимума спектра в уровне подвала в пределах 0,1-0,2 с. Результаты представляются достаточно близкими к [2-3,16].

2. Сейсмическое событие 26 марта 2018 г. по инструментальным записям сейсмостанции №16 представляет собой на территории г. Алматы землетрясение интенсивностью не выше 3-4-х баллов. Землетрясение заметно ощущалось персоналом 25-ти этажной гостиницы. Очаг землетрясения расположен на территории Алматинская области вблизи г. Капшагай. При землетрясениях такого типа резонансных явлений в здании не наблюдается.

3. Приведенные в статье акселерограммы пополнят базу данных акселерограмм КазНИИСА.

4. Отмечена значительная величина вертикальных ускорений на уровне технического этажа для 25-ти этажного здания гостиницы «Казахстан» (сейсмостанция № 16) - 13,77 см/с². Это может быть следствием наличия близко расположенного тектонического разлома.

Список литературы

1 *Yerzhanov S.Y., Lapin V.A., Aldakhov Y.S.* Monitoring the changes of dynamic characteristics of high-rise building. // *Jornal Physics: Conference Series*, 1425, 2020, pp.1-9. (<https://doi.org/10.1088/1742=6596/1425/1/0112008>).

2 *Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П.* Исследования изменения динамических характеристик высотного здания по данным инженерно-сейсмометрических станций. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №3.- 2018. – С.38-44.

3 *Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П.* Реакция 25-ти этажного здания гостиницы «Казахстан» при землетрясении 9 августа 2017 года. // «Вестник АО «КазНИИСА». Вып.2(78).-Arias A.A A measure of earthquake intensity. // *Seismic design for nuclear power plants* (ed.R.J.Hansen), MIT Press, Cambridge, Massachusetts. - 1970. – PP.438-483.

4 *Уздин А.М., Дмитриовская Л.Н., Тумель И.А.* К вопросу о концепции оценки интенсивности сейсмического воздействия. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №3.- 2008. – С.57-59.

5 *Гиман Л.Н., Ткаченко А.С.* Об учете энергетических характеристик при задании сейсмического воздействия.//«Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №2.- Алматы, 2001. – С.15-17.

6 *Прокопович С.В.* Оценка зависимости энергетических характеристик сейсмического воздействия от его преобладающего периода. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №4. – Алматы, 2018. – С.50-54.

7 Рутман Ю.Л., Симборт Э. Анализ возможности применения энергетического критерия SAV для расчета сейсмостойкости сооружений. // IX Всеукраинская научно-техническая конференция «Строительство в сейсмических районах Украины». – Киев: DP NDIBK. – Вып.76. – С.618-625.

8 Долгая А.А., Индейкин А.А. Статистический анализ интенсивности по Ариасу и скорости для реальных землетрясений. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №2.– Москва, 2000. – С.32-34.

9 Шивуа А.Д. Энергетический метод расчета сейсмостойкости зданий и сооружений. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб: Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет. 2016, 118 с.

10 Попова Е.А., Ткаченко А.С., Уздин А.М. Некоторые проблемы применения энергетических методов для оценки сейсмостойкости сооружений. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №2.– Москва, 2000. – С.28-30.

11 Падуков В.А. Энергетические критерии оценки сейсмостойкости. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №2.– Москва, 2000. – С.30-32.

12 Джинчвелашвили Г.А., Дзержинский Р.И., Денисенкова Н.Н. Количественные оценки сейсмического риска и энергетические концепции сейсмостойкого строительства. // «Компьютерные исследования и моделирование», Т.10, №1, С.61-76.

13 Григорян В.Г., Карапетян Дж.К. Комплексный анализ количественных параметров колебаний грунта и оценка их зависимостей от магнитуд землетрясений. // «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». №2.– Москва, 2008. – С.71-73.

14 Петров А.А. Кумулятивный квадрат ускорений и энергетический критерий сейсмостойкости сооружений. // «Сейсмостойкое строительство». №5.– 1999. – С.22-25.

15 Колебания здания при местном землетрясении 15.02.2018 в городе Алматы. // «Вестник АО «КазНИИАС». Вып.11(87).– Алматы, 2018. – С.28-36.

16 Лапин В.А., Ержанов С.Е., Даугавет В.П. Колебания здания при местном землетрясении 15.02.2018 в городе Алматы. // «Вестник АО «КазНИИАС». Вып.11(87).– Алматы, 2018. – С.28-36.

Лапин В.А. - кандидат технических наук, член-корреспондент Национальной и Международной инженерных академий, e-mail: lapin_1956@list.ru

Ержанов С.А. - кандидат технических наук, член-корреспондент Национальной и Международной инженерных академий

Девярых А.А. - ведущий инженер

Алдахов Е.С. - директор, Центр сейсмостойкости, обследования зданий и сооружений АО «КазНИИАС».

С.А. Монтаев¹, А. Таудаева¹, Н.С. Монтаева¹, М.Ж. Рыскалиев¹

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

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СЫРЬЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье приведены результаты научно-экспериментальных работ по разработке составов сырьевой композиции в системе глина - зола Экибастузской ГРЭС – кремнистая порода - опока с целью получения эффективных керамических материалов. Установлены основные закономерности изменения физико-механических свойств образцов термообработанных при температуре 1000^oC на основе составов сырьевой композиции ограниченных следующим предельными концентрациями компонентов, масс. %: опока 30-50, глина 30-40, зола 10-40. Установлено, что происходящие изменения физико-механических свойств в исследуемых керамических массах связано, прежде всего, с химико-минералогическими характеристиками применяемых сырьевых материалов. Полученные результаты исследований служат основой для разработки технологии производств эффективных и высоко востребованных строительных материалов широкого спектра (керамические дорожные материалы, теплоизоляционно-конструкционные стеновые керамические материалы, теплоизоляционные керамические плиты, легкие пористые заполнители)

Ключевые слова: сырьевая композиция, зола Экибастузской ГРЭС, кремнистая порода, опока, эффективность, глина, технология, микроструктура.

• • •

Түйіндеме. Мақалада тиімді керамикалық материалдарды алу үшін саз – Екібастұз мемлекеттік электр станциясының күлі – кремнийлі жыныс – опока жүйесінде шикізат құрамының құрамын жасау бойынша ғылыми-тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Шикізат құрамы негізінде құрамдас бөліктердің ең жоғары концентрациясымен шектелген масса бойынша, %: опока 30-50, саз 30-40, күл 10-40 және 1000° C температурада күйдірілген сынамалардың физика-механикалық қасиеттерінің өзгеруінің негізгі заңдылықтары анықталды. Зерттелетін керамикалық массалардағы физика-механикалық қасиеттердің өзгеруі, ең алдымен, қолданылатын шикізаттың химиялық және минералогиялық сипаттамаларына байланысты екені анықталды. Алынған зерттеу нәтижелері кең ауқымды тиімді және жоғары сұранысқа ие құрылыс

материалдарын (керамикалық жол материалдары, жылу оқшаулағыш құрылымдық қабырға керамикалық материалдары, жылу оқшаулайтын керамикалық плиталар, жеңіл кеуекті толтырғыштар) өндіру технологиясын жасауға негіз болады.

Түйінді сөздер: шикізат құрамы, Екібастұз МАЭС күлі, кремнийлі жыныс, опока, тиімділік, саз, технология, микроқұрылым.

• • •

Abstract. The article presents the results of scientific and experimental work on the development of the composition of the raw material composition in the clay – ash from Ekibastuz power station - siliceous rock - flask system in order to obtain useful ceramic materials. The basic laws of changes in the physical-mechanical properties of heat-treated samples at temperature of 1000°C based on the composition of the raw material composition limited by the following maximum concentrations of components, wt. %: Flask 30-50, clay 30-40, ash 10-40 are established.. It has been established that the changes in the physicommechanical properties in the studied ceramic masses are associated primarily with the chemical and mineralogical characteristics of the raw materials used. In the case of a minimum content (up to 10%) of ash in the composition of the ceramic mass, a decisive role in the formation of the porous structure and low average density, ceramic samples plays siliceous rock - flask. The obtained research results serve as the basis for developing a technology for the production of efficient and highly demanded building materials of a wide range (ceramic paver blocks, heat-insulating structural wall ceramic materials, heat-insulating ceramic plates, lightweight porous aggregates).

Keywords: raw material composition, ash Ekibastuz GRES, siliceous rock, flask, efficiency, clay, technology, microstructure.

Введение. Комплексное и рациональное использование природных и техногенных ресурсов является одним из приоритетных научных направлений Республики Казахстан. Строительная индустрия страны является одним из крупных потребителей сырьевых ресурсов. Поэтому возникает объективная необходимость развития научных исследований, обеспечивающих высокую степень эффективности касательно ресурсо - и энергосбережения не только на стадии технологических переделов переработки сырья, но и на конечных эксплуатационных свойствах готового продукта. Большая доля при строительстве гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений приходится на керамические материалы, выполняющих функции ограждающих и несущих конструкций, в виде легких пористых заполнителей для теплоизоляционно-конструкционных бетонов, а также в виде теплоизоляционных плит,

обеспечивающих, в конечном счете, энергоэффективность зданий и сооружений. Решение этой проблемы связано с созданием новых технологических разработок по созданию новых керамических композиций с привлечением нетрадиционных сырьевых ресурсов и крупнотоннажных техногенных ресурсов для достижения эффекта ресурсо- и энергосбережения не только на стадии производства, но и на стадии эксплуатации. Решение поставленной задачи возможно путем разработки новых композиций керамических масс для получения эффективных керамических материалов. В производстве керамических материалов получение таких материалов возможно за счёт создания пористой структуры керамического черепка. Как правило, формирование такой структуры осуществляется путём введения в состав сырьевой смеси порообразователей, выгорающих добавок, пористых заполнителей и т.д. [1-3]. Одним из перспективных направлений и резервом экономии материальных и энергетических ресурсов является использование доступных природных глин и суглинков в композиции с различными техногенными ресурсами [4-7]. В последнее время особую актуальность приобретает расширение сырьевой базы промышленности керамических материалов с использованием новых нетрадиционных сырьевых материалов. В качестве одного из перспективных путей решения этой проблемы предлагается использование кремнистых опал-кristобалитовых пород - опок и их разновидностей - опоковидных пород, имеющих широкое распространение во многих регионах Казахстана и России. Использование этого вида сырья для производства керамических материалов вызывает большой интерес благодаря их химико-минералогическому составу, обеспечивающие уникальные свойства как легкость, высокая пористость и способность спекаться при термобработке [8-12].

Следует особо отметить, что в ближайшей перспективе, будущее за керамическими материалами, обладающими пористой структурой (с пустотностью до 62-68%) , с плотностью 700-800 кг/м³ и повышенными теплозащитными свойствами (теплопроводность менее 0,2 Вт/м °С). В развитых странах доля таких керамических материалов составляет до 50-80% от общего объема выпускаемой продукции [13-15].

Цель исследования – разработка составов керамических масс в системе глина - зола Экибастузской ГРЭС – опока, обеспечивающих получение эффективных керамических материалов.

Материалы и методы исследований. Выбор сырьевых материалов для достижения поставленной цели основывался на дифференциальном подходе к каждому виду сырья, обеспечивающего требуемые физико-механические и технологические свойства на стадии формования, сушки и обжига. В качестве объектов исследования выбраны следующие сырьевые материалы:

- глина Погодаевского месторождения Западно-Казахстанской области (ЗКО);
- кремнистая порода – опока Таскалинского месторождения (ЗКО);
- зола – унос Экибастузской ГРЭС.

На начальном этапе были проведены исследования по изучению физико-механических свойств и химико-минералогических характеристик выбранных сырьевых материалов. Ниже приводятся результаты проведенных исследований. Рентгенофазовый анализ (РФА) проводился на дифрактометре ДРОН-3 с СиК α -излучением в интервале углов 8 $^{\circ}$ -64 $^{\circ}$. Чувствительность метода составляет от 1 до 2%. Рентгенофазовому анализу подвергались порошки глины, прошедшие через сито 0,315. Определение химико-минералогического состава исследуемых сырьевых компонентов проводилось на растровом электронном микроскопе JSM-6390LV с системой энерго-дисперсионного микроанализа, рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO MPD, масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой ICP-MS Agilent 7500cx (фирма JEOL, Япония). Глина Погодаевского месторождения по огнеупорным свойствам относится к легкоплавким. По содержанию Fe $_2$ O $_3$ к глинам с высоким содержанием красящих оксидов, а по содержанию Al $_2$ O $_3$ к группе кислого сырья (таблица 1, рисунки 1,2).



Рисунок 1 - Глина Погодаевского месторождения в природном виде

Таблица 1 - Химический состав бентонитовой глины Погодаевского месторождения (ЗКО)

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас.%							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O	п.п.п
Глина Погодаевского месторождения	61,51	17,06	2,27	3,21	6,36	1,27	3,57	6,75

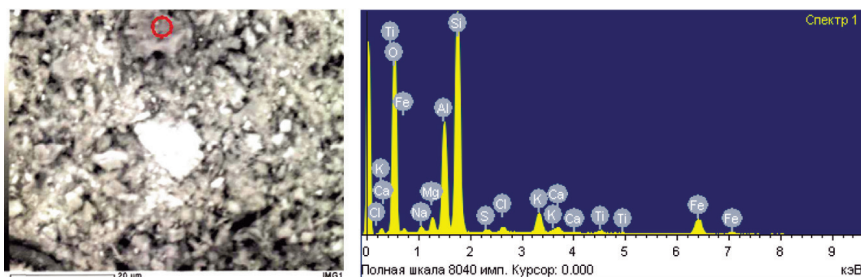


Рисунок 2 - Микроструктура и спектры глины Погодаевского месторождения

Минералогический состав глины представлен в основном монтмориллонитом $d/n=5,06; 4,46; 3,79; 3,06; 2,455; 2,28; 2,127; 1,977; 1,817; 1,675 \cdot 10^{-10}$ м. Кремнистая порода - опока Таскалинского месторождения представляет собой легкую, твердую, микропористую горную породу (таблицы 2,3; рисунок 3). Кремнистое вещество имеет коллоидно-микрозернистое строение и опал - халцедоновый состав. Согласно геологическим данным опоки залегают в палеогеновых и меловых отложениях, образуются в морских бассейнах за счет уплотнения и цементации диатомитов и трепелов.



Рисунок 3 - Естественно-природный вид кремнистой породы-опоки Таскалинского месторождения

Таблица 2 - Химический состав кремнистой породы - опоки Таскалинского месторождения

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
Кремнистая порода-опока	66,98-83,5	5,76-12,95	0,1-0,62	0,24-17,9	0,43-1,39	1,39-4,8	0,03-0,97	0,15-0,78	1,13-2,85	1,85-18,9

Таблица 3 – Минералогический состав кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения Западно - Казахстанской области, %

Наименование породы	Опал	Глинистые минералы	Кальцит	Кварц	Слюда	Глаукоцит	Органо-генные остатки
Кремнистая порода – опока	54-78	15-22	до 6	4-7	2-4	2-3	до 12

Кроме того установлено, что опока Таскалинского месторождения обладает относительно низкой средней плотностью в пределах 1200 – 1350 кг/м³, и отличается хорошей влагеёмкостью, высокой гидравлической и адсорбционной активностью. Зола Экибастузской ГРЭС представляет собой – рыхлый порошкообразный материал черно-серого цвета (таблицы 4,5; рисунок 4).

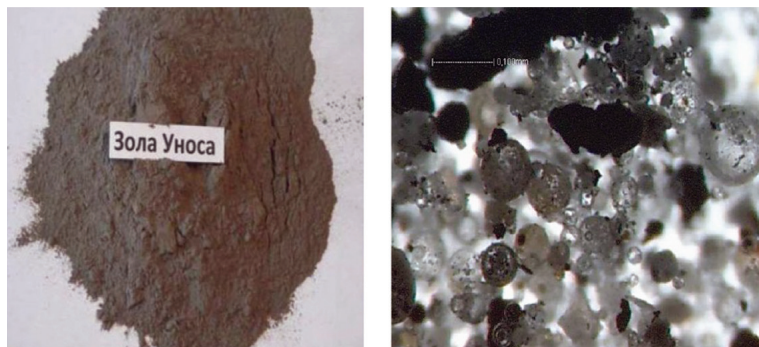


Рисунок 4 - Внешний вид и микрофотография золы-уноса Экибастузской ГРЭС

В начале научно-экспериментальных работ были изучены следующие основные физико-механические свойства золы Экибастузской ГРЭС:

- удельная поверхность золы, см²/г – 3200-3700;
- истинная плотность, г/см³ – 1,75-1,84;
- насыпная плотность, кг/м³ – 675-740.

Гранулометрический состав золы:

Содержание фракций, % при размере частиц, мм: более – 0,25 – 5,98%; 0,25-0,05 – 34,8%; 0,05-0,01 – 43,07%; 0,01-0,005 – 6,55%; 0,005-0,001 – 6,40%; менее 0,001 – 4,35.

Таблица 4 – Химический состав золы – уноса Экибастузской ГРЭС

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас.%										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO ₄	TiO ₂	P ₂ O ₅	ППП
зола – унос	61,04	23,78	5,82	2,78	0,79	0,59	0,36	<0,04	1,01	0,37	3,04

Таблица 5 – Минеральный состав золы уноса Экибастузской ГРЭС

Наименование образца	Название кристаллических фаз	Химическая формула
Зола-унос	Quartz alpha, alpha-Si O ₂ ; Mullite, syn	SiO ₂ ; Al _{4,44} Si _{1,56} O _{9,78}

Методы проведения научно-экспериментальных работ. Сначала сырьевые материалы сушились в сушильном шкафу. Глина и кремнистая порода – опока подвергались предварительному дроблению с помощью лабораторной щековой дробилки. Далее каждое по отдельности размалывались в лабораторной шаровой мельнице до полного прохождения через № 1,0. Зола Экибастузской ГРЭС из-за высокой дисперсности использовалась без измельчения. Для проведения научно-экспериментальных работ был выбран состав сырьевой смеси ограниченных следующим предельными концентрациями компонентов, масс. %: опока 30-50, глина 30-40, зола 10-40 (таблица 6).

Таблица 6 - Исследуемые составы керамических масс

№ составов	Наименование и содержание сырьевых компонентов, мас. %		
	Кремнистая порода-опока	Глина Погодаевского месторождения	Зола Экибастузской ГРЭС
1	30	30	40
2	40	35	25
3	50	40	10

Путем взвешивания сырьевые материалы дозировались согласно исследуемым составам и загружались в лабораторную мешалку для сухого совместного перемешивания. После достижения гомогенной смеси в мешалку добавлялась вода и всё снова тщательно перемешивалось до получения пластической керамической массы. Формовочная влажность керамической массы составляла 25-27% от массы сухих компонентов. Из керамической массы формовались образцы цилиндры с размерами 50x50x50 мм пластическим способом. Полученные образцы цилиндры сушились в сушильном шкафу до остаточной влажности 8-10%. Общий вид сырцовых образцов цилиндров представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 - Лабораторные сырцовые образцы цилиндры

Результаты и обсуждения. Полученные сырцовые образцы цилиндры подвергались обжигу при температуре 1000°C в лабораторной муфельной печи со скоростью подъема температуры 150°C в ч. Выдержка при конечной температуре составляла 1 ч. Образцы оставались при отключенной печи до комнатной температуры. Термообработанные керамические образцы цилиндры подвергались физико-механическим испытаниям согласно правилам стандартных методик.

В качестве исследуемых свойств выбрали наиболее важные физико-механические свойства образцов, характеризующих их эффективность, такие, как средняя плотность, г/см³, предел прочности при сжатии, МПа, водопоглощение, %, общая пористость, % и теплопроводность, Вт/ (м °С). Общий вид термообработанных образцов цилиндров при температуре обжига 1000°C представлен на рисунке 6.

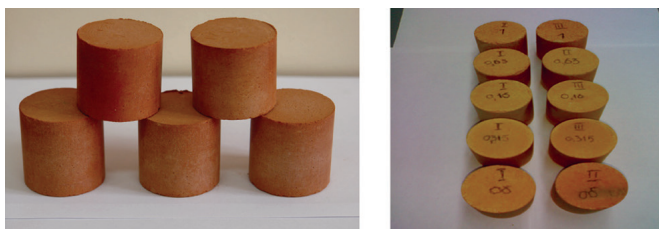


Рисунок 6 - Лабораторные термообработанные образцы цилиндров при температуре 1000°C

Для сравнительного анализа результатов научно-экспериментальных работ параллельно формовались контрольные образцы на основе керамических масс из чистого суглинка. Результаты проведения научно-экспериментальных работ представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Физико-механические свойства керамических образцов термообработанных при температуре 1000°C

№ составов	Средняя плотность, г/см ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Общая пористость, %	Теплопроводность, Вт/ (м °С)
1	0,74-0,78	11,2-11,8	32-34	54-56	0,25-0, 27
2	0,79-0,83	10,7-10, 9	31-32	52-54	0, 29-0.31
3	0,84-0,87	10,1-10, 3	31-33	51-53	0.31-0.34
Контрольные образцы из чистого суглинка	1,85-1,90	7,5-9,4	25	22-25	0,7-08

Результаты анализа физико-механических свойств термообработанных при температуре 1000°C позволили установить основные закономерности их изменения в зависимости от компонентного состава в исследуемой области сырьевой системы. Как показывают полученные результаты самые минимальные показатели по средней плотности и коэффициенту теплопроводности достигнуты у состава № 1, где содержание золы Экибастузской ГРЭС составляет 40% и кремнистой породы-опоки 30%. При этом максимальное значение общей пористости составляет 54-56%. Следует отметить, что, несмотря на высокую общую пористость и низкие показатели средней плотности термообработанные образцы обладают высокими показателями прочности при сжатии 11,2-11,8 МПа.

Увеличение содержания кремнистой породы – опоки до 50% за счёт уменьшения содержания золы Экибастузской ГРЭС до 10% привело к незначительному повышению средней плотности и снижению показателей прочности при сжатии. Повышение средней плотности составляет от 0,74-0,78 г/см³ до 0,84-0,87 г/см³, а снижение предела прочности при сжатии составляет от 11,2-11,8 МПа до 10,1-10,3 МПа. При этом общая пористость образцов сохраняется на уровне 51-53%. Увеличение показателей коэффициента теплопроводности также незначительны 0.31-0.34 Вт/м °С. Увеличение показателей общей пористости подтверждается также увеличением показателей водопоглощения образцов. На фоне увеличения общей пористости показатели водопоглощения образцов находятся в пределах 31-34%. Сравнительный анализ изменения физико-механических свойств образцов исследуемых составов керамических масс по сравнению с керамическими образцами на основе чистого суглинка показали существенные изменения по всем показателям свойств. Образцы на основе исследуемой керамической массы обладают пониженной средней плотностью и повышенной общей пористостью более, чем в 2 раза. Кроме того они обладают пониженным коэффициентом теплопроводности (0,25-0,34 Вт/м °С против 0,7-0,8 Вт/м °С), что является одним из важных критериев энергоэффективности материала. Кроме того, несмотря на высокие показатели общей пористости образцы обладают высокой прочностью при сжатии 11,2-11,8 МПа против 7,5-9,4 МПа. Для изучения морфологии пористой структуры из исследуемых керамических образцов были сделаны срезы образцов с помощью режущего инструмента (рисунок 7). На основании визуального осмотра и осмотра под микроскопом можно установить, что образцы представляет собой прочно спечённый керамический материал светло-красного цвета с макро- и микропористой структурой. Макро- и микропоры равномерно распределены по всему объёму.



Рисунок 7 - Пористая макроструктура (в срезе) термообработанных образцов цилиндров при температуре 1000°С

Происходящие изменения физико-механических свойств в исследуемых керамических массах связаны, прежде всего, с химико-минералогическими характеристиками применяемых сырьевых материалов. Низкая средняя плотность и высокая общая пористость состава №1 обеспечивается, по видимому, за счёт содержания золы Экибастузской ГРЭС за счёт сгорания несгоревших остатков тонкодисперсного угля. А также за счёт относительно низких показателей средней плотности самой золы. При минимальном содержании золы в составе керамической массы №3, решающую роль в образовании пористой структуры и низких показателей средней плотности играет кремнистая порода – опока. По своей природе она обладает высокой пористостью и низкой средней плотностью. Глина играет роль связующего двух непластичных материалов на стадии формования и процессе твердо – и жидкофазного спекания на стадии обжига. В результате образуется спеченная твердокристаллическая фаза с мелкопористой структурой, чем и объясняются высокие прочностные показатели образцов, несмотря на высокую общую пористость. Таким образом, на основе исследуемых составов керамических масс можно получить эффективные керамические материалы отличающиеся, легкостью, требуемой прочностью, высокой общей пористостью и низкими показателями коэффициента теплопроводности. Полученные результаты исследований служат основой для разработки технологии производств эффективных и высоко востребованных строительных материалов широкого спектра (керамические дорожные материалы, теплоизоляционно-конструкционные стеновые керамические материалы, теплоизоляционные керамические плиты, легкие пористые заполнители).

Выводы. По результатам обзора трудов отечественных и зарубежных ученых установлена особая актуальность создания эффективных керамических материалов, отличающихся легкостью, прочностью, пористой структурой и обладающих низкими показателями коэффициента теплопроводности. На основании изучения физико-механических и химико-минералогических характеристик сырьевых материалов выбраны сырьевые материалы с целью разработки керамических масс для получения эффективных керамических материалов. Для проведения научно-экспериментальных работ в качестве объектов исследования были выбраны следующие сырьевые материалы: глина Погодаевского месторождения Западно-Казахстанской области (ЗКО), кремнистая порода – опока Таскалинского месторожде-

ния (ЗКО), зола – унос Экибастузской ГРЭС. Установлены основные закономерности изменения физико-механических свойств образцов термообработанных при температуре 1000⁰С на основе составов сырьевой композиции, ограниченных следующими предельными концентрациями компонентов, масс. %: опока 30-50, глина 30-40, зола 10-40. Анализ изменения физико-механических свойств керамической композиции позволил установить, что низкая средняя плотность и высокая общая пористость состава №1 обеспечивается за счёт сгорания несгоревших остатков тонкодисперсного угля, содержащихся в золе Экибастузской ГРЭС. Установлено, что происходящие изменения физико-механических свойств в исследуемых керамических массах связано, прежде всего, с химико-минералогическими характеристиками применяемых сырьевых материалов. В случае минимального содержания (до 10%) золы в составе керамической массы, решающую роль в образовании пористой структуры и низких показателей средней плотности, керамических образцов играет кремнистая порода – опока. По результатам научно-экспериментальных исследований доказана возможность получения керамических материалов отличающиеся, легкостью, требуемой прочностью, высокой общей пористостью и низкими показателями коэффициента теплопроводности.

Список литературы

- 1 *Петров В.П., Явруян Х.С., Иванченко А.В., Крбашян Р.Г.* Повышение качества стеновой керамики с плотностью до 1000 кг/м // *Материалы Международной конференции «Строительство 2002».* - Ростов-на-Дону: РГСУ, 2002. - С. 66.
- 2 *Куликов О.А.* Способ увеличения прочности пористого керамического кирпича // *Строительные материалы.* 1995. -№11. - С. 18.
- 3 *Тамов М.Ч.* Интенсификация спекания пористокерамических изделий // *Строительные материалы.* 1998. - №12. - С. 18.
- 4 *Лохова, Н.А.* Эффективная стеновая керамика на основе высококальциевой золы-уноса / *Н.А. Лохова, Н.Е. Вихнева // Строительные материалы.* - 2006. - №2. - С. 50-51.
- 5 *Верещагин В.И.* Керамические теплоизоляционные материалы из природного и техногенного сырья Сибири / *В.И. Верещагин, В.М. Погребенков, Т.В. Вакалова, Т.А. Хабас // Строительные материалы.* - 2000. - №4. - С. 34-35.
- 6 *Алехин Ю.А., Люсов А.Н.* Экономическая эффективность использования вторичных ресурсов в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1988. - С. 342.
- 7 *Михайлов В.И.* Особенности производства керамического

кирпича из углеотходов и новые технологические процессы // Строительные материалы. -1990.-№9.-С. 5-6.

8 *Котляр В.Д.* Технологические особенности опок как сырья для стеновой керамики / В.Д. Котляр, К.А. Лапунова // Известия вузов. Строительство. - «НГАСУ». - 2009. - № 11-12. - С. 25-31.

9 *Котляр В.Д.* Оценка кремнистых опоковидных пород для производства керамического кирпича / В.Д. Котляр, Б.В. Талпа, Ю.В. Терёхина // Строительные материалы. - 2010. - № 12. - С. 20-22.

10 *Котляр В.Д.* Особенности прессования керамических порошков на основе опок при производстве стеновой керамики / В.Д. Котляр // Строительные материалы. - 2009. - № 12. - С. 28-32.

11 *Монтаев С.А., Монтаева Н.С.* Технология производства искусственного щебня из кремнистой породы- опоки // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан, №2, Алматы 2014, С 86-92/

12 *Ашмарин Г.Д.* Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород / Г.Д. Ашмарин, В.Г. Ласточкин, В.В. Илюхин, А.Г. Минаков, А.В. Татьянчиков // Строительные материалы. - 2011. - № 7. - С. 28-30.

13 *Дмитриев К.С.* Пористая керамика: Современное состояние и перспективы // Международный журнал экспериментального образования. - 2016. - № 7. - С. 152-154;

14 *Завадский В.Ф.* Поризованная строительная керамика / В.Ф. Завадский, Н.Б. Путро, Ю.С. Максимова // Строительные материалы. - 2004. - № 2. - С. 21-22.

15 *Габидуллин М.Г.* Взаимосвязь структуры и теплофизических свойств пористой керамики / М Г Габидуллин, Р А Кагомов, Р З Рахимов, А В Темляков // Строительные материалы - 2005 -№9 - С 62-65.

Монтаев С.А. - доктор технических наук, профессор,
e-mail: montaevs@mail.ru

Таудаева А.А. - докторант, e-mail: taudaeva1980@mail.ru

Монтаева Н.С. - доктор PhD, e-mail: montayeva-n@mail.ru

Рыскалиев М.Ж. - доктор PhD, e-mail: muratbai_84@mail.ru

С.А. Монтаев¹, К.Ж. Досов¹, А.Б. Шингужиева¹, Н.С. Монтаева¹

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

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ДОМЕННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА АО “АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ” НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО ДОРОЖНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. В статье приведены результаты научно-экспериментальных работ по установлению основных закономерностей изменения физико-механических свойств гранулированных образцов керамического дорожного материала в зависимости от дисперсности шлака в интервале температур обжига 950-1000°С. В качестве объекта исследования выбраны суглинки Атырауского месторождения и доменный гранулированный шлак «АрселорМиттал Темиртау». По результатам аналитического обзора трудов отечественных и зарубежных ученых установлена особая актуальность использования крупнотоннажных отходов промышленности и легкодоступных природных местных ресурсов, обеспечивающих ресурсосбережение и экологическую эффективность дорожного и промышленно-гражданского строительства. Сравнительный анализ показывает, что рост прочности образцов при сдавливании в цилиндре при температуре обжига 1000°С и имеющих дисперсность гранулированного шлака прошедших через сито 0,315 составляет почти в 2 раза.

Ключевые слова: дисперсность, керамический дорожный материал, температура обжига, керамическая композиция, суглинок, гранулированный доменный шлак.

• • •

Түйіндеме. Мақалада 950-1000°С күйдіру температурасы аралығында қождың дисперстілік тәуелділігі бойынша, керамикалық жол төсемі материалының түйіршіктелген үлгілерінің физика-механикалық қасиеттерінің өзгеріске ұшырауының негізгі заңдылықтарын анықтау бойынша ғылыми-эксперименттік жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Зерттеу объектісі ретінде Атырау кен орнының саздақтары және «АрселорМиттал Темиртау» АҚ-ның домналық түйіршіктелген қожы таңдап алынды. Отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектеріне аналитикалық шолу жасау нәтижелері бойынша жол және өнеркәсіптік-азаматтық құрылыстың ресурс үнемдеу мен экологиялық тиімділігін қамтамасыз ететін өнеркәсіптің ірі тоннажды қалдықтары мен қолжетімді жергілікті табиғи ресурстарды пайдаланудың ерекше өзектілігі анықталып қойылды. Салыстырмалы сараптаманың көрсетуі бойынша 10000°С темпе-

ратурада күйдірілген және 0,315 електен өткізілген түйіршіктелген қож дисперсиясы бар үлгілердің беріктігі екі есе дерлік артық екенін көрсетеді.

Түйінді сөздер: дисперстілік, керамикалық жол төсем материалы, күйдіру температурасы, керамикалық композиция, саздақ, түйіршіктелген домна қожы.

• • •

Abstract. The article presents the results of scientific and experimental work on establishing the basic consistency patterns of changes in the physical and mechanical properties of granular samples of ceramic road material depending on the dispersion of slag in the firing temperature range of 950-100000C. Loam from the Atyrau deposit and blast-furnace granulated slag «ArselorMittal Temirtau were selected as the object of study. According to the results of the analytical review of the works of domestic and foreign scientists, the urgency of using large-tonnage industrial wastes and easily accessible natural local resources that provide resource-saving and environmental efficiency of road and industrial-civil construction has been established. The analysis of the changes in the physical and mechanical properties of the ceramic mass revealed that finely dispersed granulated slag powders intensify the sintering process in compositions with clay minerals under high temperatures. A comparative analysis shows that the increase in the strength of samples upon compression in a cylinder at a calcination temperature of 1000°C and having a dispersion of granular slag passing through a 0.315 sieve is almost 2 times.

Keywords: grinding, ceramic road material, firing temperature, ceramic composition, clay soil, granular blast furnace slag.

Введение. Дорожное строительство является одним из крупнейших потребителей материальных ресурсов. Данная отрасль потребляет значительные объемы природных сырьевых материалов для устройства конструктивных слоев дорожных одежд и, соответственно, располагает значительными резервами ресурсосбережения при производстве работ по строительству и ремонту дорожных конструкций. При этом, ресурсосбережение может быть достигнуто как на стадиях производства дорожно-строительных материалов и их транспортирования к месту производства работ, так и за счёт расширения применения местных материалов [1-2]. Исходя из экологических и экономических предпосылок в дорожном строительстве, особенное научно-практическое значение имеет тенденция минимизировать использование дефицитных и относительно дорогих материалов и расширить применения крупнотоннажных отходов и побочных продуктов промышленности [3-4]. С точки зрения использования легкодоступ-

ных местных материалов для дорожного и промышленно-гражданского строительства наибольший интерес представляет керамический дорожный материал (керамдор), получаемый путем обжига гранул на основе глинистых керамических масс [5]. Использование крупнотоннажных отходов промышленности в производстве строительных материалов имеет мировое значение, о чем свидетельствуют опубликованные научные труды отечественных и зарубежных ученых. Полученные результаты научно-экспериментальных работ доказывают эффективность активизации применяемых минеральных отходов промышленности, используя новые технологические решения. Среди них можно особо выделить механическую и химическую активацию сырьевых смесей, значительно увеличивающих реакционную способность и улучшающих физико-механические свойства готового продукта [6-9].

Цель исследования – установление основных закономерностей изменения физико-механических свойств образцов керамического дорожного материала от дисперсности доменного гранулированного шлака АО «АрселорМиттал Теміртау».

Материалы и методы исследований. В качестве основного глинистого сырья использовали лёссовидный суглинок Атырауского месторождения. Определение содержания химических элементов (весовой и атомный) исследуемого сырья проводилось растровым электронном микроскопе JSM-6390LV с системой энерго-дисперсионного микроанализа, рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO MPD (Таблица 1), масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой ICP-MS Agilent 7500cx (фирма JEOL, Япония). Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Содержание химических элементов в лёссовидных суглинках Атырауского месторождения

Химический элемент	Весовой, %	Атомный, %
C	7.99	12.92
O	50.94	61.83
Na	0.64	0.54
Mg	1.41	1.13
Al	5.47	3.94

Si	19.40	13.42
K	1.66	0.82
Ca	7.58	3.67
Ti	0.28	0.11
Mn	0.08	0.03
Fe	4.54	1.58

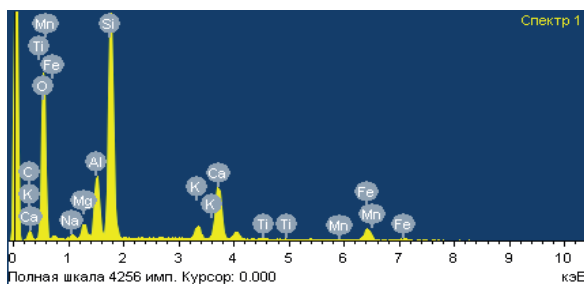
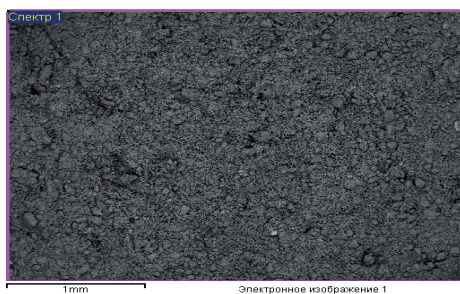


Рисунок 1 – Химический элементный состав, спектры и электронно-микроскопический снимок суглинка Атырауского месторождения

Как показывают результаты исследования в качестве основных химических элементов в суглинке в весовом отношении присутствуют: Si - 19.40%, Al - 5.47%, Ca - 7.58, Fe - 4.54, C - 7.99%, O - 50.94%, Na - 0.64%, Mg- 1.41%. При этом содержание в суглинке Ti и Mn незначительны. Доменный гранулированный шлак АО «Арселор-Миттал Теміртау» представляет собой – сыпучий материал серого цвета. Резкое охлаждение шлакового расплава в процессе грануля-

ции обуславливает в основном его стекловидное строение. Содержание стеклофазы в них составляет 65-97% (рисунок-2)



а – увеличение x 10

б – увеличение x 50.

Рисунок – 2 Микрофотографии доменного гранулированного шлака
АО «АрселорМиттал Теміртау»

Методы проведения научно-экспериментальных работ. Сначала сырьевые материалы сушились в сушильном шкафу. Далее по отдельности разламывались в шаровой мельнице. При этом суглинок размалывался до полного прохождения через № 1,0. Из доменного гранулированного шлака приготовились три партии порошка, прошедшие через сито № 1,0, № 0,63 и № 0,315. Для проведения научно-экспериментальных работ использован фиксированный состав сырьевой смеси ограниченных следующим предельным концентрацией компонентов, масс. %: суглинок - 85, доменный гранулированный шлак-25. Путём взвешивания сырьевые материалы дозировались согласно исследуемого состава и загружались в лабораторную мешалку для сухого совместного перемешивания. После достижения гомогенной смеси в мешалку добавлялась вода и снова всё тщательно перемешивалось до получения пластической керамической массы. Формовочная влажность керамической массы составляла 25-27% от массы сухих компонентов. Из керамической массы формовались гранулы диаметром 10-20 мм. Полученные гранулы сушились в сушильном шкафу до остаточной влажности 8-10%.

Результаты и обсуждения. Полученные сырцовые гранулы керамдора подвергались скоростному обжигу в лабораторной вращающейся печи со скоростью поднятия температуры 45-50 °С в минуту. Исследования проводили в интервале температуры обжига 950 и 1000 °С. Общий вид термообработанных образцов гранул в интервале температур обжига 950 - 1000 °С представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Лабораторные термообработанные образцы гранул в интервале температур 950 - 1000 °С

Определение прочности гранул при сдавливании в цилиндре проводилось согласно ГОСТ 9758-2012 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ». Марку образцов керамдора идентифицировали согласно ГОСТ 22263-76 «Щебень и песок из пористых горных пород (ТУ). Для сравнительного анализа результатов научно-экспериментальных работ параллельно формировались контрольные образцы на основе керамических масс из чистого суглинка. Результаты научно-экспериментальных работ термообработанных образцов при температуре 1000°С керамического дорожного материала представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-механические свойства керамических образцов термообработанных при температуре 1000°С

Дисперсность. Порошки, прошедшие через сито (размер ячеек сита в мм)	Средняя плотность, г/см ³	Прочность при сдавливании в цилиндре, кгс/см ²	Водопоглощение, %
1,0	1,57	65,1	13,6
0,63	1,59	85,4	10,8
0,315	1,62	110,2	7,5
Контрольные образцы без добавок	1,48	32,2	19,3

Результаты анализа физико-механических свойств термообработанных гранул при температуре 1000°С позволили установить ос-

новые закономерности их изменения в зависимости от дисперсности гранулированного шлака. С увеличением дисперсности гранулированного шлака наблюдается увеличение показателей средней плотности и прочности при сдавливании в цилиндре образцов гранул. При температуре обжига 1000°C увеличения степень указанных свойств. Так, средняя плотность возрастает от 1,57 1,62 г/см³ до 1,62 г/см³ а прочность при сдавливании в цилиндре от 65,1 кгс/см² до 110,2 кгс/см². Следует отметить, что степень прочностных показателей образцов гранул сильно возрастает с увеличением дисперсности гранулированного шлака. Сравнительный анализ показывает, что прочность образцов при сдавливании в цилиндре при температуре обжига 1000 °С и имеющих дисперсность гранулированного шлака прошедших через сито 0,315 увеличивается почти в 2 раза. По-видимому, тонкодисперсные порошки гранулированного шлака интенсифицирует процесс спекания в композиции с глинистыми минералами под воздействием высокой температуры. Благодаря повышению удельной поверхности гранулированного шлака, вероятно, повышается реакционная способность в сырьевой смеси за счёт увеличения числа контактов между частицами, способствующая улучшению физико-механических свойств образцов не только на стадии обжига, но и на стадиях формования и сушки. Факты улучшения формовочных и конечных свойств образцов гранул подтверждается и изменениями показателей водопоглощения. Установление основной закономерности изменения физико-механических свойств образцов гранул в зависимости от дисперсности гранулированного шлака позволили оценить эффективность применения тонкодисперсных порошков в составе сырьевой смеси на основе суглинка Атырауского месторождения для получения керамического дорожного материала.

Выводы.

1. По результатам аналитического обзора трудов отечественных и зарубежных ученых установлена особая актуальность использования крупнотоннажных отходов промышленности и легкодоступных природных местных ресурсов, обеспечивающих ресурсосбережение и экологическую эффективность дорожного и промышленно-гражданского строительства.

3. Установлены основные закономерности изменения физико-механических свойств гранулированных образцов керамического дорожного материала в зависимости от дисперсности шлака при температуре 1000°C.

4. Анализ изменения физико-механических свойств керамической массы позволили установить, что тонкодисперсные порошки гранулированного шлака интенсифицирует процесс спекания в композиции с глинистыми минералами под воздействием высокой темпе-

ратуры. Благодаря повышению удельной поверхности гранулированного шлака, повышается реакционная способность в сырьевой смеси за счёт увеличения число контактов между частицами, способствующая улучшению физико-механических свойств образцов не только на стадии обжига, но и на стадиях формования и сушки.

Список литературы

1. Руденский А.В. Анализ энергозатрат – объективный критерий технической эффективности решений по строительству и ремонту дорожных асфальтобетонных покрытий // Дороги России XXI века. 2005. № 4. – С. 52-61.

2. Якунина Л.В., Кожухова Е.С. Проблемы дорожного строительства и пути их решения // Молодой ученый. – 2016. – №6.3. – С. 48-51.

3. Подгородецкий Г.С., Горбунов В.Б., Агапов Е.А., Ерохов Т.В., Козлова О.Н. Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ. Ч. 1 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. Т. 61. № 6. – С. 439-446.

4. Слободчикова Н.А., Плюта К.В., Дзогий А.А. Перспективы использования отходов производства и потребления при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог // Вестник ИрГТУ. – 2015. №8 (103). – С. 126-131.

5. Горин В.М. Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства / В.М. Горин, С.А. Токарева, М.К. Кабанова // Строительные материалы. – 2010. –№1. – С.9-11.

6. Junjie Zhang, Hongbo Tan, Xingyang He, Wei Yang, Xiufeng Deng, Ying Su, Jin Yang. Compressive strength and hydration process of ground granulated blast furnace slag-waste gypsum system managed by wet grinding// Construction and Building Materials. Volume 228, 20 December. 2019, 116777.

7. Anuradha Purohit, S.Chander, A.Hameed, P.Singh, M.S.Dhaka. Structural, dielectric and surface morphological properties of ball clay with wet grinding for ceramic electrical insulators //Materials Chemistry and Physics. Volume 181, 15 September 2016, P. 359-366.

8. Цыплаков Д.С., Корнилов А.В., Лыгина Т.З., Пермяков Е.Н. Механоактивация глинистого сырья – эффективный способ улучшения эксплуатационных характеристик керамических материалов // Вестник Казанского технологического университета №16, 2011. – С. 85-91.

9. Корнилов А.В., Лыгина Т.З., Хайдаров Ш.Х., и др., Перспективные технологии переработки керамического сырья //Стекло и керамика №1, 2009. – С. 23-25.

Монтаев С.А. - доктор технических наук, профессор,
e-mail: montaevs@mail.ru

Досов К. Ж. - докторант. e-mail: cargau_68@mail.ru

Шингужиева А.Б. - доктор, e-mail: shing.a@mail.ru

Монтаева Н.С. - доктор PhD, e-mail: montayeva-n@mail.ru

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 69.25.15, 69.25.13

*В.И.Сидорова¹, С.Ж.Асылбекова², Н.И. Январева¹,
С.К. Койшибаева², Н.С. Бадрызлова²*

¹Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан

²Научно-производственный центр рыбного хозяйства, г. Алматы, Казахстан

ЭКСТРУДИРОВАННЫЕ СТАРТОВЫЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ ТИЛЯПИИ

Аннотация. Была установлена физиологическая потребность питательных веществ для молоди тилляпии. На основе потребности питательных веществ молоди, были разработаны четыре рецепта экструдированных стартовых комбикормов с кормовой ценностью (34,8/8,68; 40,53/8,0; 41,0/7,66; 44,1/10,28), обменная энергетическая ценность в 100 г//МДж варьировала от 15,26 до 16,59. Проведены производственные испытания по эффективности использования разработанного комбикорма и усвоения его личинками и мальками тилляпии в рыбоводных хозяйствах Капшагайское НВХ-1973 и Nalyk Baluk. Установленный кормовой коэффициент разработанного корма не превышал 1,3, незначительно уступая импортным кормам, а выживаемость мальков составила 85%. Комбикорма были выработаны методом экструдирования, что позволило получить корма с повышенной усвояемостью, водостойкостью и увеличенным сроком хранения. Разработанные стартовые корма на основе анализа пищевых потребностей тилляпии и внедрение их в практику рыбоводства позволяют повысить эффективность подращивания молоди тилляпии, расширит возможности выращивания этого объекта в отечественной аквакультуре.

Ключевые слова: тилляпия, стартовые, комбикорма, рецептура, протеин, экструдирование, питательность.

• • •

Түйіндеме. Қазақстанда алғаш рет отандық шикізаттан тилляпияға арналған құрама жем әзірленді. Жас тилляпияларға қажет қоректік заттар негізінде энергетикалық құндылығы жоғары экструдирленген бастапқы құрама жемнің төрт рецепті әзірленді (34,8/8,68; 40,53/8,03; 41,0/7,66; 44,1/10,28), 100г//МДж жалпы энергетикалық құндылығы 15,26-дан 16,59-ға дейін өзгерді. Әзірленген құрама жемді тиімді пайдалану үшін және тилляпия шабақтары мен оның личинкаларының игеруі бойынша ТОО«Капшагайское НВХ-1973»,-

Источник финансирования исследований. По заказу Минсельхоза РК за счет средств бюджета в 2018-2019 гг. По бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований»

ТОО «HalykBalыk» балық өсіретін шаруашылықтарында өндірістік сынақтар жүргізілді. Өзірленген құрама жем белгіленген жем-шөп коэффициенті 1,3 бірліктен аспады, тек импорттық жемдерден аз ғана артта қалып қойғаны болмаса, шабақтардың өміршеңдігі 85%-ды құрады. Құрама жем экструдирлеу әдісімен жасалды. Бұл оған жоғары сіңімділік пен суға төзімді және сақтау мерзімі ұлғайтылған жем алуға мүмкіндік берді. Тилипияның тағамдық қажеттілігін талдау негізінде өзірленген бастапқы жемдерді қолдану және оларды балық өсіру тәжірибесіне енгізу тилипия шабақтарын өсіру тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді және осы бағыттағы отандық аквамадениетті өсіру мүмкіндігін кеңейтеді.

Түйінді сөздер: тилипия, бастапқы, құрама жем, рецептура, ақуыз, экструдтау, тамақтану.

• • •

Abstract. We have been developed starter compound feeds from domestic raw materials for tilapia for the first time in Kazakhstan. Based on the nutrient requirements of fry tilapias, four extruded starter compound feed recipes were developed with feed values (34.8/8.68; 40.53/8.03; 41.0/7.66; 44.1/10.28) and a total energy value of 100 g/mJ varying from 15.26 to 16.59. Production tests on efficiency of the developed compound feed and its intake by larvae and tilapia fry in fish farms of “Kapshagayskoye NVH-1973” LLP, “Halyk Balыk” LLP were conducted. The established feeding ratio of the developed feed did not exceed 1,3 units, insignificantly inferior to the imported feeds. The survival rate of fry was 85%. The compound feeds were developed by extruding, which allowed to obtain feeds with increased digestibility, water resistance and extended shelf life. The developed starter feeds based on analysis of tilapia food requirements and their introduction into fish farming practice will allow to increase efficiency of tilapia fry farming, expand possibility of fish breeding in local aquaculture.

Keywords: tilapia, starter compound feeds, formulation, protein, extrusion, nutritional value.

Введение. В течении последних десятилетий аквакультура стала одним из самых быстро развивающихся направлений производства пищевой продукции, играя все большую роль в экономическом развитии многих стран. Быстрые темпы роста объемов продукции аквакультуры во многом обеспечиваются приоритетным выращиванием отдельных видов рыб, обладающих ценными хозяйственно-полезными качествами и имеющих высокий спрос на внутреннем и внешнем рынках. Общемировая тенденция увеличения потребления рыбы и рыбных продуктов в пищу обусловлена общемировым трендом здорового питания. Рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства. Единственно надежным источником увеличения объемов пищевой

рыбопродукции является аквакультура, где процессы биологического продуцирования могут проходить под контролем человека и где можно реально создать высокоэффективные управляемые рыбные хозяйства. Однако одним из сдерживающих факторов в этом вопросе является практически полное отсутствие качественных кормов отечественного производства для их разведения и выращивания. Корма, закупаемые за рубежом, ввиду их высокой стоимости, не решают проблему. Питательную ценность продукции аквакультуры довольно трудно переоценить. Рыба является источником полноценных животных белков, жиров, витаминов, микроэлементов. Белковая ценность рыбы не ниже, чем мяса. Из 100 г белков рыбы усваивается организмом 40 г, а из того же количества белка говядины только 15 г. Производство рыбы по сравнению с другими продуктами, содержащими животные белки, может характеризоваться высокой эффективностью. Производственные затраты на одну тонну рыбной продукции почти в 5 раз ниже, чем на тонну говядины, в 4 раза – баранины, в 3 раза – свинины, в 8 раз – сливочного масла, в 4 раза – животных жиров [1].

Повышение экономической эффективности работы индустриальных рыбоводных хозяйств связано в значительной мере с потребительской ценностью выращиваемых видов рыб. Одним из перспективных объектов индустриального рыбоводства является тилапия. Эта рыба имеет ряд ценных качеств, позволяющих успешно выращивать её в специфических условиях содержания (высоких плотностях посадки, постоянном водообмене, напряженном гидрохимическом режиме). Тилапия обладает широкими адаптационными возможностями, хорошо растёт и размножается как в пресной, так и соленой воде, устойчива к дефициту кислорода и повышенному содержанию органики в воде. Мальки тилапии рано созревают и способны регулярно размножаться в течение круглого года и товарной массы (300-500г) достигают на первом году жизни.

Тилапиеводство это новое направление мировой аквакультуры. Сегодня тилапию культивируют очень широко, её можно обнаружить в искусственных водоёмах почти во всех странах Африки, Юго-Восточной и Центральной Азии, а также в большинстве стран Латинской Америки, США и даже в некоторых европейских странах. В больших количествах тилапия выращивается также и в Китае, откуда экспортируется в промышленных объёмах. Наряду с толстолобиком, тилапию выращивают в геотермальных водах и охладительных бассейнах АЭС (не с радиоактивной водой). В США специально для промышленного

рыбоводства был выведен неприхотливый и быстрорастущий гибрид, так называемая «тиляпия красная», представляющая собой помесь альбиносных форм тилапии мозамбикской и тилапии нильской. Помимо этого гибрида, в промышленных целях выращиваются также такие природные виды, как тилапия золотая, галилейская, меланоплеура и макрочире. Сегодня тилапия выходит на второе место в мире после карпа по значению — как объект пресноводного рыборазведения [2-4]. В странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии разведение тилапии на рисовых полях довольно популярно. Рыба поедает сорняки и семена сорных растений, личинок рисового комара, моллюсков и других вредителей риса. Вследствие совместного выращивания, повышается урожайность риса и получают дополнительную продукцию рыбы.

Так, в Израиле, где тилапия и карп являются наиболее популярными видами рыб, на долю тилапии приходится около 40% продукции прудовых хозяйств. При культивировании тилапии используют главным образом однополую мужскую популяцию. Выращивают в основном нильскую и голубую тилапии [5,6]. По объемам выращивания в рыбоводных хозяйствах нильская тилапия составляет 80% мировой продукции всех видов тилапии. Основными странами-производителями тилапии являются КНР, Египет, Таиланд, Филиппины, и Индонезия [2]. Она характеризуется высокими товарными и пищевыми качествами. Выход съедобных частей составляет 58-60%. Мясо не имеет мелких межмышечных костей, характеризуется высоким содержанием белка (18-20%) и низкой жирностью (2,5-3,0%). По отношению жир-белок 1:6 -1:7 мясо тилапии может быть оценено как диетическое [6]. Оно содержит большое количество микроэлементов, селена, калия, фосфора, никотиновой кислоты и витамина B₁₂. Мясо тилапии отличается диетическими свойствами, в 100г мяса содержится всего 100 ккал. При этом на те же 100 г приходится около 26 г полноценного белка, что составляет половину суточной нормы взрослого человека [7].

С развитием геронтологии и геродиетики было установлено, что в рыбе содержатся уникальные компоненты с геропротекторными свойствами, рекомендуемые к повышенному употреблению людям пожилого возраста (глицин, хондроитинсульфат, гиалуроновая кислота, фосфорнокальциевые соли, фосфолипиды), что послужило основанием для разработки геродиетического полуфабриката для людей пенсионного возраста [8]. В водоёмы России мозамбикскую тилапию завезли в начале 60-х годов прошлого века из Вьетнама. С этого времени начались исследовательские работы по её акклиматизации и выращива-

нию в разнотипных водоёмах с теплой водой. Авторы практически всех изученных источников отмечали, что тилапия успешно адаптируется к созданным условиям обитания, хорошо растёт и размножается. Особо отмечено, что определяющую роль для жизнедеятельности рыбы играет температурный режим воды. Оптимальная температура для роста и развития находится в пределах 25-35°C. В этом интервале наблюдается интенсивное потребление корма и высокая эффективность его использования. Размножение происходит при температуре 27-32°C. нижняя пороговая температура лежит на уровне 10-15°C, верхняя - 38-42°C. Установлена высокая жизнеспособность тилапии на всех этапах технологического цикла. Отход личинок при подращивании колеблется от 11 до 17%, отход молоди составляет 5-8%, отход товарной рыбы 3-5% [4,9]. В России накоплен достаточно большой опыт выращивания тилапии в садках, установленных в водоемах-охладителях при ГРЭС и ТЭЦ - Новорязанской, Новочеркасской, Ставропольской ГРЭС и Смоленской АЭС. При выращивании видов мозамбик и голубая в садковом хозяйстве при Ставропольской ГРЭС среднесуточный прирост составил 2,5-3,1 г, а выход рыбопродукции свыше 200 кг/м³ [10]. Выращивание тилапии проводят как в моно- так и поликультуре. Товарной считают рыбу массой 200 г и выше. На сегодня тилапия является одним из немногих объектов тепловодной аквакультуры, позволяющих эффективно использовать поликультуру в замкнутых системах водообеспечения. Известно, что при выращивании карпа в поликультуре с тилапиями в различных соотношениях выход рыбной продукции повышается на 4-10% без дополнительных затрат кормов [11]. Опыты по совместному выращиванию в садках карпа и тилапии показали, что в поликультуре возможно получение дополнительной продукции в размере 15-20%. Поедая обрастания на стенках садков и подбирая остатки кормов, тилапия улучшает условия содержания карпа а также способствует лучшему санитарному состоянию водоема [10,11].

Тилапии – это новый объект аквакультуры для Казахстана. Однако отмеченные требования к температурному режиму исключают возможность её культивирования в естественных водоемах. В Казахстане акклиматизационные работы по внедрению тилапии в аквакультуру начались значительно позднее, начиная с 2014-2015 гг., с выполнения опытно-производственных работ в прудах, земляных садках и промышленных установках. Были проведены работы по отработке технологических приемов выращивания товарной продукции нильской тилапии в прудах. Результаты выполненных исследований позволили

НПЦ РК дать рекомендации по выращиванию товарной тилапии в Казахстане [12].

В Алматинской области недалеко от г. Жаркент на геотермальных источниках уже образованы рыбохозяйства Ecofish Products и Tengry Fish, по выращиванию тилапии. На ферму завозят мальков (0,2г) и за полгода они вырастают до веса 350-380 г. Кормят импортным комбикормом. В 2017 г. на северном побережье Капшагайского водохранилища создано предприятие «Kaz Organic Product», которое выращивает новые объекты теплового товарного рыбоводства к которым и относится тилапия. В данное время для кормления молоди тилапии используют датские, норвежские, польские и другие комбикорма. Для подращивания личинок, мальков и выращивания посадочного материала используют производственные корма для форели, а они иногда в рецептах содержат неразрешенные заменители белкового сырья, кроме того, в их составе отсутствуют необходимые для личинок декструктурированные белковые соединения [13]. Промышленное производство стартовых комбикормов для тилапии в республике отсутствует. Применение в культивировании тилапий комбикормов, предназначенных для других видов рыб, не оправдано биологически и экономически, поскольку производится без учета специфики пищевых потребностей тилапий, особенностей анатомии и физиологии их пищеварительной системы. Разработка стартовых кормов на основе анализа пищевых потребностей и внедрение их в практику рыбоводства повысит эффективность подращивания молоди тилапии, расширит возможности выращивания этого объекта в отечественной аквакультуре.

Цель данной работы - разработка рецептов стартовых конкурентноспособных отечественных комбикормов для личинок и мальков тилапии, которые позволят уйти от импортозависимости и уменьшить стоимость конечной рыбопродукции.

Методы исследования. Разработка рецептов для личинок и мальков тилапии была проведена в лаборатории технологии зернопродуктов и комбикормов в КазНИИ пищевой и перерабатывающей промышленности в 2015-2019 гг. Опытные партии комбикормов были выработаны на заводе «Pet Food KZ», который находится в Алматинской области. Комбикорма выработаны методом экструдирования. Стартовые комбикорма для тилапии выработывались размером крупки 1,2 мм. Качественные показатели комбикормов были определены на приборе компании FOSS (ИК-NIRS™DS 1650). Количественное содержание аминокислот определяли расчетным методом с использованием

справочных материалов. Протеиновое отношение (П.о) в комбикормах определяли отношением переваримого протеина к переваримым безазотистым веществам. Водостойкость и разбухаемость гранул комбикорма определяли согласно ГОСТ 28758. Срок безопасного хранения выработанных комбикормов устанавливали в производственных условиях завода «Pet Food KZ» в течении 10 месяцев. Производственные испытания по эффективности использования разработанных стартовых комбикормов для молоди тилапии были проведены в рыбоводных хозяйствах «Капшагайское НВХ-1973» и «Halyk Balyk». Материалом для исследования служили личинки и мальки нильской тилапии. Продолжительность производственной проверки по апробации стартовых кормов для молоди тилапии, подращиваемой в садках и в установке замкнутого водообеспечения (УЗВ),оснащенной системами механической и биологической фильтрации составила 30 дн В качестве контроля использовали датский комбикорм Aller Agua. Кормление рыбы проводили вручную, равными порциями. Кормление осуществлялось вручную 6 раз в сутки. Один раз в 10 дн. в садках проводились контрольные обловы. По их результатам определяли темп роста молоди рыб и рассчитывали суточный рацион кормления. Эксперимент проводили в двух повторностях. Определение рыбоводно-биологических показателей, составляющих первичную базу данных, производилось по методикам, принятым в прудовом и индустриальном рыбоводстве. Изучение и оценка темпа роста сеголеток тилапии проводилась по результатам контрольных обловов и окончательного облова. При учете личинок, молоди применяли метод объемного счета. При общей оценке рыбоводно-биологических показателей молоди использовали метод экспертных оценок [14-17]. Для оценки при выращивании в бассейнах и УЗВ температуру воды и содержание растворенного кислорода определяли 3 раза в сутки, рН водной среды – 1 раз в сутки. Температура воды, рН и содержание кислорода измерялись с помощью термооксиметра Consort 932. В ТОО «Капшагайское НВХ-1973» содержание растворенного в воде кислорода в садках колебалось в пределах 4,9-8,2 мг/л, показатель рН был стабильным, в среднем 7,5 ед. в садках и 7,9 ед. в бассейне, температура в садках от 17°С до 23°С, в среднем 19.5°С, содержание основных биогенных элементов так же соответствовало нормативным показателям. В ТОО «Halyk Balyk», значение рН среды в экспериментальном пруду на протяжении рыбоводного сезона колебались в пределах 7,2-8,2. Устойчивой закономерности изменения рН водной среды в пруду не выявлено. Содержание растворенного в воде

кислорода в течении отмеченного рыбоводного сезона колебались в пределах 5,5-6,8 мг/л; наименьшее значение данного показателя отмечено в начале апреля, наибольшее – в конце сезона, температура в садках от 14,1°C до 27°C, в среднем 20,5°C. В течении всего периода проведения исследований гидрохимический режим в садках был стабильным и соответствовал оптимальным значениям для выращивания. Опыты проводили в двукратной повторности, данные подвергали статистической обработке по Г. Ф. Лакину [18] с применением персонального компьютера.

Результаты исследования и обсуждение. Одним из важнейших аспектов разработки биотехнологии культивирования тилляпий является, в частности, изучение их пищевых потребностей и создание на этой основе высокоэффективных сбалансированных комбикормов. Наиболее критическим периодом в процессе культивирования является переход личинок на экзогенное питание и дальнейшее подращивание до жизнестойкой стадии. В связи с этим особый интерес представляет разработка стартовых кормов. Основным требованием, предъявляемым к комбикормам для личинок и мальков рыб или к стартовым комбикормам, является их физиологическая полноценность, то есть способность удовлетворять пищевые потребности организма в основных питательных и биологически активных веществах, обеспечивать высокую скорость роста и выживаемость рыб в раннем онтогенезе. Для этого был проведен анализ опубликованных в отечественной и зарубежной литературе данных, касающихся проблем кормления личинок и мальков и кормопроизводства в современных условиях. Проанализировав потребности рыбы в протеине на ранних этапах онтогенеза и основные источники белка в составе стартовых комбикормов для неё, установили питательную ценность стартовых комбикормов при индустриальном выращивании (таблица 1). Были установлены нормы ввода используемых компонентов для расчета рецептов стартовых комбикормов при выработки методом экструдирования. При расчете рецептов были учтены качественные показатели используемых компонентов, условия и сроки их хранения и питательная ценность кормов, удовлетворяющая физиологическим потребностям.

Как видно из данных таблицы 1 стартовый комбикорм должен иметь не высокое содержание протеина 34-44%, а жира не менее 7,0%. В состав разработанных стартовых комбикормов вошли компоненты с высоким содержанием сырого протеина и низким содержанием жира, так как рецепт разрабатывался для экструдированных кормов. При

экструдировании корма, в смеси компонентов до экструдирования содержание сырого жира не должно превышать 5-6%. Ввод остального количества жира (соевое масло, рыбий жир) вносят в комбикорм напылением. К кормам предназначенным для личинок, мальков и молоди предъявляют наиболее строгие требования. Они должны быть не только концентратами питательных веществ, которые необходимы для поддержания интенсивного обмена, но и содержать их в виде, доступном для развивающейся пищеварительной системы молоди рыб. В связи с тем, что ферментная система рыб на ранних этапах онтогенеза ещё не достаточно сформирована, возникает необходимость использования в составе стартовых кормов легкоусваиваемые источники протеина, к которым можно отнести гидролизаты из рыбы и продуктов её переработки. Эти компоненты характеризуются высоким уровнем протеина и более чем на половину представлены водорастворимыми белковыми веществами [19]. В практике кормления гидробионтов обычно используют термин «сырой протеин». Это понятие объединяет группу азотсодержащих веществ белковой и небелковой природы, но основу его составляют белки. Потребность в количестве протеина у гидробионтов выше, чем у теплокровных животных и варьирует в зависимости от вида, возраста и условий выращивания. У ранней молоди потребность в белке увеличивается [20,21].

По усредненным данным уровень протеина в сухом веществе комбикормов для молоди всех видов рыб составляет 45-55%. Это связано со сходным спектром питания гидробионтов на начальных этапах онтогенеза. Причем на стадиях постэмбрионального развития белок корма должен быть представлен свободными аминокислотами, ди-, олиго- и полипептидами, а также низкомолекулярными растворимыми белками в соотношениях, близких к планктонным организмам, являющимся естественной пищей большинства рыб [20]. Результаты исследований по протеиновому питанию молоди весьма противоречивы. Большинство исследователей считает, что оптимальное содержание протеина для молоди массой 1 г составляет 35-50%. В то же время по данным Магди М.А. Габер, личинки нильской тилляпии лучше росли при уровне протеина 35-36%. Им было установлено, что переваримость сырого протеина молодью тесно связана с его содержанием в корме. Наиболее высокая переваримость протеина, сухого вещества, жира была в рационе с уровнем сырого протеина 35-36% [22]. Российские ученые считают, что для личинок лучше использовать комбикорма с содержанием 35-50% белка и 10-11% жира. Молодь тилляпий хорошо растет на комбикормах, содер-

жащих 26–30% белка и 7-10% жира [23]. При определении потребности в протеине большое значение имеет энерго-протеиновое отношение в комбикорме. Большинство исследователей сходятся в одном взгляде, что энергетическая ценность рациона нильской тилляпии должна составлять 350–400 ккал/100 г корма. Это показано для личинок и для товарной рыбы при содержании протеина от 28 до 50%. Предполагают, что жиры, входящие в состав комбикормов, как и для других видов рыб, должны отвечать определенным требованиям по жирнокислотному составу. Для тилляпии линолевая кислота является незаменимой жирной кислотой. Показано, что добавление 5% рыбьего жира в комбикорм (вместо птичьего жира), при общем уровне липидов 9%, обеспечивает получение продукции с хорошими вкусовыми качествами и достаточно хорошей «лёжкостью». Учитывая выше сказанное рецепты стартовых комбикормов были разработаны с учетом её физиологических потребностей, современных научных достижений и по основным питательным и биологически активным веществам (таблица 1).

Таблица 1 – Питательная ценность разработанных стартовых комбикормов для молоди тилляпии

Показатели	Годы разработки рецепта				Физиологическая потребность в питательных веществах для стартовых комбикормов
	2015	2017	2018	2019	
Массовая доля влаги, %	7,73	9,0	8,54	8,12	не более 10
Обменная энергия, Мдж/кг, ккал/100г	16,38	15,26	16,48	16,59	не менее 13,0
	440,9	364,9	394,1	396,73	310,0
Массовая доля сырого протеина, %	34,81	40,53	41,0	44,10	не менее 40,0
Массовая доля сырого жира, %	8,68	8,03	7,66	10,28	не менее 8,0
Массовая доля сырой клетчатки, %	3,9	2,75	2,73	1,94	не более 3,0
Массовая доля сырой золы, %	6,67	10,04	9,93	9,0	не более 10
Массовая доля лизина, %	2,06	3,4	2,85	3,33	не менее 2,4
Массовая доля метионина+цистина, %	1,04	1,2	1,2	1,42	не менее 1,1
Массовая доля фосфора, %	0,99	1,38	1,17	1,27	не менее 0,8
Кислотное число жира, мг КОН в 1г	25,81	10,55	10,05	8,05	не более 30,0
Перекисное число жира, %, J/г	0,17	0,10	0,10	0,10	не более 0,2

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что принятое соотношение компонентов в составе рецептов создаёт полноценный биологический комплекс, позволяющий сбалансировать комбикорма по обменной энергии, протеину, лимитирующим аминокислотам, отдельным витаминам и минеральным веществам. Все рецепты по питательной ценности соответствовали требованиям, предъявляемым к стартовым кормам. Был проведен анализ состава стартовых комбикормов (таблица 2). Содержание компонентов животного происхождения с высоким содержанием протеина составило от 40 до 64%, а растительных - 34,4 до 53%. Содержание белка животного происхождения в рецептах составило первоначально 18,66% и в рецепте за 2019 г. возросло до 36,67%, а белки растительного происхождения с 16,26% уменьшились до 10,68%. Жир животный остался на том же уровне, количество растительного жира уменьшилось на 1,5%. Очень важно при составлении рецептов учитывать протеиновое отношение корма (отношение переваримого протеина к переваримым безазотистым веществам), т.е. сколько частей переваримых безазотистых веществ (углеводов, жиров) приходится на одну часть переваримого протеина (азотистых веществ). Корма с узким протеиновым отношением (высоким содержанием протеина) используют в период наиболее интенсивного питания и роста рыбы. В нашем случае протеиновое отношение в разработанных рецептах для тилапии соответствует стартовым кормам.

Мировая аквакультура давно сделала ставку на технологии экструдирования комбикормов. Процесс экструдирования относится к термодинамическим методам обработки сырья, использующие как статистические режимы воздействия, так и динамический эффект давления, температуры, осмоса. Обширные исследования различных способов приготовления кормов показали, что экструдирование является наиболее эффективным, как по глубине преобразования питательных веществ, так и по разносторонности воздействия на сырье. Опытные партии комбикорма были выработаны методом экструдирования. Экструдированные комбикорма легко усваиваются пищеварительной системой, поэтому рыба насыщается меньшими порциями. Они обеззаражены и содержат большое количество полезных веществ. Это повышает сопротивляемость рыбного поголовья к воздействию внешних негативных факторов. Также они имеют минимальную влажность (7-9%), что обеспечивает им более длительное хранение.

В итоге, использование экструдированных кормов повышает экономическую эффективность рыбоводных хозяйств и является гарантией получения качественного рыбного продукта питания.

Таблица 2 – Состав разработанных стартовых комбикормов для молоди тилляпии

Показатели	Годы разработки рецепта			
	2015	2017	2018	2019
Состав компонентов в рецепте, % :				
Животного происхождения	40,0	48,4	58,0	64,0
Растительного происхождения	53,0	50,2	39,4	34,4
Содержание белка, %:				
Животного происхождения	18,66	23,94	30,0	36,67
Растительного происхождения	16,26	39,27	11,51	10,68
Содержание жира, %:				
Животного происхождения	5,42	5,57	3,99	5,64
Растительного происхождения	5,49	4,15	2,23	3,99
Протеиновое отношение (П.о.)	1:2,09	1:1,7	1:1,3	1:1,3
Валовая энергия, ккал/ 100 г	489,91	456,2	469,19	472,3
Обменная энергия, ккал/ 100 г	391,93	364,96	394,11	396,73
Составляющие энергетическую ценность комбикорма , %:				
белок	44,2	49,7	48,3	52,8
жир	18,3	16,6	15,4	20,4
углеводы	37,5	33,7	36,3	26,8

Для оценки эффективности влияния искусственных кормов на рост и выживаемость молоди тилляпии использовали отечественные корма, разработанные КазНИИППП специально для молоди тилляпии, и зарубежные от AllerAqua. Результаты выращивания молоди тилляпии с использованием различных стартовых искусственных кормов в NalykValyk и Капшагайском НВХ-1973 представлены в таблице 3. Как показали результаты, во всех вариантах эксперимента были получены удовлетворительные показатели. Значения абсолютного и среднесуточного прироста в вариантах отличались незначительно от AllerAqua на 0,15 мг, а также на 0,01 мг. Значения выживаемости также были нормативными и разнились незначительно на 1%. Разница кормовых коэффициентов составила 0,1. Разработанные стартовые отечественные корма для молоди не уступали по своим качествам импортным (AllerAqua).

Таблица 3 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди тилляпии на разработанных комбикормах с разным уровнем протеина

Показатель	Уровень протеина, %							
	34,81		40,53		41,0		44,1	
Период подращивания, сут.	30	30	30	30	30	30	30	30
Плотность посадки, тыс.шт./м ³	100	1	100	1	1	1	1	1
Начальная масса, г	4,51	17,5	0,5	1,1	1,2	1,14	1,13	
Конечная масса, г	10,38	34,3	6,1	5,1	5,1	5,6	5,7	
Среднесуточный прирост, г	0,196	0,56	0,186	0,130	0,13	0,140	0,15	
Абсолютный прирост, г	5,87	16,8	5,6	4,0	3,9	4,46	4,57	
Выживаемость, %	96	100	95	85	85	87	86	
Кормовой коэффициент	2,73	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	

Если сравнить по качественным показателям отечественный стартовый комбикорм и импортные корма, которые используют при выращивании мальков, то увидим, что он по содержанию сырого протеина ниже на 1-2%, жира -5%, обменная энергия меньше на 1-2,61 МДж/кг (таблица 4). Несмотря на эту разницу, кормовой коэффициент отличается только на 0,1. Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди тилляпии на разработанных комбикормах с разным уровнем протеина были на уровне импортных.

Таблица 4 - Состав комбикормов

Показатели	Разработанный комбикорм предприятий		
	КазНИИППП	Coppens Supreme-15	Aller Agua
Массовая доля сырого протеина, %	44,1	46	45
Массовая доля сырого жира, %	10,28	15	15
Массовая доля сырой клетчатки, %	1,94	1,4	3,2
Массовая доля сырой золы, %	9,0	6,5	-
Валовая энергия, МДж/кг	19,76	21,0	21,2
Обменная энергия, МДж/кг	16,59	19,2	17,6

Выводы. В ходе проведённой работы был проанализирован рынок сырья для производства комбикормов для тилляпии, разработаны четыре рецептуры корма с разным содержанием протеина и аминокислотным составом. Проведены испытания полученных рецептур на молоди тилляпии. Проанализирован ряд рыбоводно-биологических, биохимических показателей выращенных рыб, а также дана оценка кормовым качествам комбикормов. Разработка старто-

вых кормов, на основе анализа пищевых потребностей и внедрение их в практику рыбоводства, повысит эффективность подращивания молоди тилляпии расширит возможности выращивания этого объекта в отечественной аквакультуре. В связи с этим считаем актуальным продолжить работу по разработке рецептов для молоди тилляпии. **Практическая значимость:** Разработанные рецепты стартовых комбикормов для молоди можно использовать для выработки комбикорма в производственных условиях. Комбикорма прошли производственную проверку по эффективности использования и усвоения на личинках и молоди в HalykBaluk и Капшагайское НВХ-1973. Разработанные стартовые комбикорма для молоди можно будет применять в условиях различных типов рыбоводных предприятий для подращивания личинок и мальков до получения жизнестойкого посадочного материала.

Источник финансирования. По заказу Минсельхоза РК за счет средств бюджета в 2018 -2019гг. По бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований»

Список литературы

1 *Мохов Б.П., Солозובה Т.Б., Семерханов З.Л., Егоров, В.В., Николаева Л.К., Шаронин А.Н.* Производство продукции животноводства: Учебник. / Под ред. Б.П.Мохова, доктора биологических наук, профессора. – Ульяновск, ГСХА, 2006. – 281 с.

2 *Боронская О.И.* Использование тилляпии (Шлрпыле) в мировой и отечественной аквакультуре// Известия ТСХА .-зоотехния.-2012.- вып.1.-с.164-173

3 *Пырских А.С.* Рост и рыбоводно-физиологические показатели тилляпии при выращивании на комбикормах с добавкой «МЕТАБОЛИТ ПЛЮС» дис....к. с.-х. н.: 06.04.01.- Москва, 2017.-162с.

4 *Гуркина О.А., Клименко А.А.* Тилляпия как ценный объект рыбоводства //ФГБНУ НИИСХЮВ Сб. докладов Международной научно-практической конферен. Молодых ученых и специалистов, 24-25 марта 2016г, Саратов,С.459

5 *Привезенцев Ю.А.* Тилляпии(систематика, биология,хозяйственное использование) -М.:ООО «Столичная типография». -2008). -79с.

6 *Лаврентьева Н. М.* Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества голубой тилляпии (*Oreochromis aureus*) при выращивании в системе с замкнутым циклом водоснабжения // Автореферат дис.к.б.н. 06.02.04 -М: ВНИИПРХ, 2002.-С.118.

7 Александрова У.С., Ковалева А.В., Матишов К.Д. Выращивание нетрадиционных объектов аквакультуры в условиях установок с замкнутым водоиспользованием// Наука юга России.-2018.-том14.-№4.-С.74.

8 Молдагалиева Д.Ж. Узаков Я.М., Сарсембаева Н.Б. Актуальность получения геродиетического полуфабриката на основе филе тилапии//Sciences of EuropeПромышленные биотехнологииVOL 3, No 28 (2018), (Praha, Czech Republic), ISSN 3162-2364 С.-16-21

9 Тетдоев В.В. Размножение и выращивание тилапии в естественных водоемах и в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств.-М.:Изд-во РГАЗУ.-2009.-102с.

10 Привезенцев Ю.А. Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование)-М.:ООО «Столичная типография».-2008).-79 с.

11 Устинов, А.С. Поликультура карпа и тилапии в условиях оборотного водоснабжения // Развитие аквакультуры во внутренних водоемах: Тез. докл. науч.-практ. конф. -М.: МСХА, 1995. С. 34 - 36.

12 Жаркенов Д.К., Исбеков К.Б., Асылбекова С.Ж., Койшыбаева С.К., Бадрызлова Н.С. Опыт выращивания товарной продукции тилапии в прудах ТОО «Чиликское прудовое хозяйство» Алматинской области //Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.-2017.-№2.-С.-86-92

13 Пономарёв С.В., Пономарёва Е.Н. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе: моногр.-Астрахань:Изд-во АГТУ,2003.-256с.

14 Привезенцев Ю.А. и др. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапии рода *Oreochromis*. М. :Колос.-2006.-С.-23

15 Тамаш Г. Л., Хорват Л., Тельг И. Выращивание рыбопосадочного материала тилапии в рыбоводных хозяйствах Венгрии.-М.: Агропромиздат.-1985.-С.-128

16 Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. - 360 с.

17 Капранин Л.П., Иванов А.П. Рыбоводство. -М.: Изд-во Пищевая пром-ность, 1997.-363 с.

18 Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. -М.: Высшая школа, 1973. - 453 с.

19 Лакин И. Ф. Биометрия. - М.: Высш. шк., 1990. - 293 с.

19 ПономаревС.В., Грозескую.Н., Бахарева А.А., Корма и кормление рыб в аквакультуре.-М.:МОРКНИГА, 2013. - 417 с.

20 Абросимова Н.А., Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры.-Ростов-на-Дону:Эверест, 2005. - 144 с.

21 *Остроумова И.Н.* Биологические основы кормления. Изд-е 2-е, испр. И доп.-СПб: ГосНИОРХ, 2012. -564 С.

22 *Магди М.А. Габер* Потребность молоди тилляпии в протеине и эффективность его использования// Известия ТСХА, вып. 4. - 2007. - 132-136 С.

23 *Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Баканева Ю.М., Нгуен Конг Тхиет* Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России/ Материалы Международной научной конференции г. Ростов-на-Дону, 1-3 октября 2014 г. - 216-220 с.

Сидорова В.И. - ведущий научный сотрудник, e-mail: sid-valentina@mail.ru

Асылбекова С.Ж. - доктор биологических наук, асс. профессор

Январева Н.И. - ведущий научный сотрудник, e-mail: kazniipp@mail.ru

Койшибаева С.К. - заведующая лабораторией аквакультуры,
e-mail: sajakk@mail.ru

Бадрызлова Н.С. - старший научный сотрудник, e-mail: ns – ninna@mail.ru

Ж.Б. Текебаева¹, Г.С. Шахабаева¹, З.С. Сармурзина¹,
Г.Н. Бисенова¹, М.С. Уразова¹, А.Д. Досова¹, А.Б. Абжалелов¹

¹Республиканская коллекция микроорганизмов, г. Нур-Султан, Казахстан

ПРОБИОТИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. Представлен обзор по применению пробиотических препаратов в аквакультуре в мире и в Казахстане. Проведённый анализ литературных данных раскрывает историю создания пробиотиков и их существующую классификацию. Представлены данные о составе врожденной микрофлоре рыб, а также факты в истории развития пробиотиков в рыбоводстве. Анализ данных свидетельствует о том, что пробиотики эффективны и экологичны, поэтому подходят для всей системы аквакультуры (основное и дополнительное питание, очистка воды), положительно влияя на здоровье гидробионтов, и здоровье потребителей. Помимо этого, приведены данные о современном состоянии аквакультуры в Казахстане, применении пробиотиков в промышленном рыбоводстве. Рассмотрена целесообразность применения пробиотиков в аквакультуре для динамического и экологического безопасного развития рыбоводства для уменьшения распространения устойчивости к антибиотикам и химических средств, а также для лечения и профилактики болезней в рыбных хозяйствах.

Ключевые слова: пробиотики, аквакультура, микробиота, рыбоводство.

• • •

Түйіндеме. Әлемде және Қазақстанда пробиотикалық препараттарды аквамәдениетте қолдану туралы шолу келтірілген. Әдебиет деректерін талдау пробиотиктердің пайда болу тарихын, пробиотиктердің жіктелуін ашады. Балықтардың туа біткен микрофлорасының құрамы туралы мәліметтер, сондай-ақ балық шаруашылығындағы пробиотиктердің даму тарихындағы фактілер келтірілген. Деректерді талдау пробиотиктердің тиімді және экологиялық таза екенін, сондықтан олар су ағзаларының денсаулығына және тұтынушылардың денсаулығына жағымды әсер ететін бүкіл аквамәдениет жүйесіне (негізгі және қосымша тамақтану, суды тазарту) жарамды екенін көрсетеді. Сонымен қатар, Қазақстандағы аквамәдениеттің қазіргі жағдайы, өнеркәсіптік балық шаруашылығында пробиотиктерді қолдану туралы мәліметтер келтірілген. Антибиотиктер мен химикаттарға төзімділіктің таралуын азайту үшін, сондай-ақ балық фермаларында ауруларды емдеу және алдын-алу үшін балық шаруашылығының серпінді және экологиялық таза дамуы үшін аквамәдениетте пробиотиктерді қолданудың орындылығы қарастырылады.

Түйінді сөздер: пробиотиктер, аквамәдениет, микробиота, балық шаруашылығы.

Abstract. This article reviews of the use of probiotic preparations in aquaculture in Kazakhstan and elsewhere in the world. The analysis of scholarly papers reveals the history of the creation of probiotics, the existing classification of probiotics. The article presents data on the composition of the congenital microflora of fish, as well as facts in the history of the development of probiotics in fish farming. Data analysis shows that probiotics are effective and environmentally friendly, therefore they are suitable for the entire aquaculture system (main and additional nutrition, water treatment), positively affecting the health of hydrobionts and the health of consumers. In addition, the article sets forth data on the modern state of aquaculture in Kazakhstan, the use of probiotics in industrial fish farming. The article considers expediency of using probiotics in aquaculture for the dynamic and environmentally safe development of fish farming to reduce the spread of resistance to antibiotics and chemicals, as well as for the treatment and prevention of diseases in fish farms.

Keywords: probiotics, aquaculture, microbiota, fish farming.

Введение. В Казахстане стремительно развивается отрасль рыбоводства. Рыба - кладезь белков, жирных кислот, витаминов, минералов и важнейших питательных микроэлементов. Однако увеличение уровня органического загрязнения и числа условно-патогенных бактерий в гидроэкосистеме, особенно в установках замкнутого водоснабжения с высокой плотностью посадки приводит к ослаблению иммунного ответа гидробионтов и огромной потерей в производстве [1]. Применение антимикробных препаратов в качестве профилактических и лечебных средств на сегодняшний день не является долгосрочным лечением, так как не всегда является эффективным: вызывает дефицит полезной микробиоты, антибиотикорезистентность и снижение иммунного ответа, значительно снижают привесы рыб и наблюдается сильный спад рыбоводных показателей [2]. Применение антибиотиков при производстве пищевых продуктов запрещено во многих странах. Поэтому, в настоящее время наиболее перспективным и эффективным лечебно-профилактическим средством является применение препаратов из живых микробных культур. Эти препараты имеют ряд преимуществ по сравнению с антимикробными средствами других групп. Они физиологичны, имеют выраженную антимикробную активность в отношении патогенных и условно-патогенных бактерий, оказывают иммунокорегурующее и противовоспалительное действие, осуществляют стимуляцию моторной функции кишечника. К ним в меньшей степени формируются устойчивые штаммы микроорганизмов. Пробиотические препараты весьма эффективны для обеспечения постоянства микробиологических экосистем,

оказывают благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции организма хозяина через оптимизацию его микробиологического статуса [3,4]. Пробиотики - объекты всесторонних научных исследований и важный товар на мировом рынке, объем продаж, которых оценивается в миллиарды долларов в год. Широкому кругу потребителей доступны сотни пробиотических продуктов питания и пищевых добавок, а производители кормов для сельскохозяйственных и домашних животных, птицы и рыбы используют пробиотические препараты в составе кормов [5]. Поэтому очень важно сделать правильный выбор потенциального пробиотика, адаптированного для разных видов-хозяев и среды, с пониманием механизмов его действия. Для подробного расширения знаний по специальным пробиотикам для конкретных видов рыб, необходима дальнейшая углубленная работа.

Цель работы - обобщение литературных данных, по использованию пробиотических препаратов для лечения бактериальных заболеваний гидробионтов с целью повышения продуктивности выращивания промысловых рыб.

Основные результаты. *История создания пробиотиков.* Еще в 1907 г. И.И. Мечников выдвинул теорию долголетия, где значительная роль была отведена нормальной микрофлоре организма человека. Целенаправленное изменение состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта путем энтерального введения культур молочнокислых бактерий в качестве антагонистов гнилостных микробов привело к созданию нового класса бактериальных препаратов – пробиотиков. Шендеров Б.А. осветил историю появления термина «пробиотики» и толкование этого термина различными исследователями [6]: Lilly и Stillwell в 1965 г. ввели термин «пробиотик» для обозначения микробных метаболитов, обладающих способностью стимулировать рост микроорганизмов [7]. Gros M. and Jhielin G. назвали пробиотиками биологические препараты, представляющие собой стабилизированные культуры симбионтных микроорганизмов или продукты их ферментации, которые способствуют росту последних [8]. Parker R. назвал пробиотиками микробные препараты (микроорганизмы или их компоненты), регулирующие микрофлору кишечника [9]. В Дании Riise T. предложил под названием «пробиотик» понимать «...увеличение количества полезных микроорганизмов в пищеварительном тракте животного-хозяина путём введения больших количеств желательных бактерий для переустановления и поддержания идеальной ситуации

в кишечнике» [10]. Fuller R. считает пробиотиками «живую микробную кормовую добавку, которая оказывает полезное действие на животное-хозяина путём улучшения его кишечного микробного баланса» [3]. Vanbelle M. и др. определили пробиотик как промотор жизни, т.е. антоним антибиотиков [11]. По мнению Сафонова Г.А. термин “пробиотики” был предложен Паркером для обозначения микроорганизмов и продуктов их ферментации, обладающих антагонистической активностью по отношению к патогенной микрофлоре [12]. Gibson G. и Robertroid M. дали определение пробиотикам, как микробиологическим пищевым добавкам, которые благотворно влияют на хозяина путем улучшения микробиологического баланса его кишечника [13]. По мнению Шендерова, пробиотики – это препараты и продукты питания, в состав которых входят вещества микробного и немикробного происхождения, оказывающие при естественном способе введения благоприятные эффекты на физиологические функции и биохимические реакции организма хозяина через оптимизацию его микробиологического статуса [6]. Gatesoupe F. писал, что пробиотики представляют собой микробные клетки, вводимые через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) для улучшения здоровья [14]. Gram L., Mai D. расширили понятие пробиотика как: «живая микробная добавка, которая благотворно влияет на животное-хозяина, улучшая его микробный баланс» [15,16]. Salminen S. рассматривал пробиотики, как любые живые и мертвые микробы или их клеточные фракции, которые оказывали благотворное влияние на хозяина [17].

Verschuere L. и др. писали: «Поскольку кишечная микробиота у водных животных постоянно взаимодействует с окружающей средой и функциями хозяина, пробиотик определяется как живая микробная добавка, которая обеспечивает полезные эффекты, а именно изменение связанного с хозяином или окружающего микробного сообщества, улучшение использования корма или повышение его пищевой ценности, усиление реакции хозяина на заболевания и улучшение качества окружающей среды» [18]. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) считает, что пробиотик можно рассматривать как живой или мертвый компонент микробной клетки, который вводят с кормом или в воду для выращивания, принося пользу хозяину, улучшая устойчивость к болезням и общее состояние здоровья, показатели роста, которые достигаются за счет улучшения микробного баланса хозяев или микробного баланса окружающей среды [19].

Классификация пробиотиков. По литературным данным существует несколько классификаций препаратов пробиотиков. По количеству видов микроорганизмов:

- монокомпонентные – содержат только один вид микроорганизмов;

- поликомпоненты – препараты, в составе которых присутствует 2 и более разновидностей непатогенных бактерий;

- сорбционные – помимо микроорганизмов, включают энтеросорбенты, такие средства эффективны при выведении токсинов из организма;

- метаболические пробиотики – субстанции на основе компонентов микробной клетки и/или метаболитов;

- синбиотики – комплексные препараты на основе живых микроорганизмов и пребиотиков – соединений различного состава и происхождения, поддерживающих рост индигенных микроорганизмов.

В зависимости от назначения, пробиотики подразделяются на:

- гетеропробиотики - назначаются вне зависимости от видовой принадлежности хозяина, от которого первоначально были выделены штаммы пробиотических бактерий;

- гомопробиотики – назначаются только представителям того вида организмов, из биоматериала которых были выделены соответствующие штаммы;

- аутопробиотики – штаммы нормальной микрофлоры, изолированные от конкретного индивидуума и предназначенные для коррекции его микроэкологии [20].

По времени создания пробиотики разделяются на 4 поколения:

1 - монокомпонентные лекарственные средства, которые содержат один штамм и вид бактерий нормофлоры; 2 - пробиотики-антагонисты, самозелиминирующиеся (временно колонизируют ЖКТ), действуют против патогенных и условно-патогенных бактерий, нормализуют микрофлору кишечника;

3 - поликомпонентные препараты, состоящие из нескольких видов полезных бактерий, дополнительно могут содержать добавки, усиливающие рост нормофлоры в кишечнике;

4 - сорбированные пробиотики - закрепленные на сорбенте живые бактерии, для устойчивости к желудочному соку [21,20]. В зависимости от формы выпуска (по агрегатному состоянию) различают:

- Жидкие - в их составе имеются полезные микроорганизмы, сохраняющие свою активность и не подвергающиеся каким-либо техно-

логиям обработки. После попадания в ЖКТ они сразу начинают действовать. Такая форма выпуска предполагает нахождение полезной микрофлоры в благоприятной питательной среде, также в подобных препаратах присутствуют метаболиты – продукты жизнедеятельности бактерий.

- Сухие - лиофилизированные препараты, содержащие микроорганизмы в состоянии анабиоза. От употребления до наступления терапевтического воздействия происходит от 1 до 8 ч. Сухие пробиотики считаются менее эффективными, так как часть микроорганизмов не выходит из состояния анабиоза при поступлении в ЖКТ [22,23].

Микрофлора рыб. Состав врожденной микрофлоры зависит от генетических факторов, абиотических факторов внешней среды (среды обитания животных) и типа питания [24]. Литературные данные о формировании кишечной микробиоты рыб, противоречивы: одни данные свидетельствуют, что в формирование микробиоты слизистой кишечника рыб разных экологических групп наибольший вклад вносит ассоциированная микробиота воды, в формирование микробиоты содержимого кишечника – ассоциированная микробиота водного биотопа (микробиотой пищи, воды и грунта) [24,25], другие данные о том, что кишечная микробиота рыб отлична от микробиоты, ассоциированной с компонентами окружающей среды [25-27]. Данный вопрос является дискуссионным. Известно, что доминирующая микробиота в кишечнике рыб с разным типом питания (всеядных, планкто-бентофагов, типичного ихтиофага и ихтиофага-факультативного бентофага) представлена филумами *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* и *Cyanobacteria* [24]. Пищеварительный тракт рыб колонизирован преимущественно облигатными анаэробами, в то время как из кишечника большинства видов рыб изолируются в основном представители аэробных или факультативно анаэробных родов бактерий: *Vibrio* и *Pseudomonas* составляют значительную часть микрофлоры морских видов рыб [28,29]. Микрофлора пресноводных рыб представлена родами *Aeromonas*, *Plesiomonas*, семействами *Enterobacteriaceae* и облигатными анаэробными бактериями рода *Bacteroides*, *Fusobacterium* и *Eubacterium* [28,30-32]. Непатогенные изоляты: *Vagococcus fluvialis* и *Vibrio harveyi* [33]. *Brevibacillus brevis*, молочнокислые бактерии лакто- и бифидобактерии [34], которые прилипают к слизистому эпителию желудочно-кишечного тракта, тем самым сокращая оппортунистическое вторжение патогенов.

Пробиотики в рыбоводстве. Использование пробиотиков в аквакультуре оказывает большое влияние на водные организмы. Пробиотики уменьшают накопление органических загрязнений и эффективно поддерживают качество воды. Современный пробиотический организм может легко удовлетворять желания устойчивого развития аквакультуры, поскольку оно может усилить два основных ключевых фактора: эффективность роста и устойчивость к болезням [16].

История развития пробиотиков в рыбоводстве. Nair S. и др. описали морские бактерии, синтезирующие бактериологические ферменты губительно действующие на *Vibrio parahaemolyticus* [35]. Imada C. и др. выделили и описали штамм *Alteromonas sp.* B-10-31, продуцирующий монастатин – щелочную протеазу, ингибирующий протеазы *Aeromonas hydrophila* [36] и тиоловой протеазы *Vibrio anguillarum* [37]. Гидробионты и микроорганизмы разделяют одну экосистему. Микрофлора рыб напрямую связана с обсемененностью водоемов, где они обитают. Доказано, что бактерии, присутствующие в водной среде, влияют на состав микробиоты кишечника и наоборот [26]. Verschuere L. и др. предположили, что пробиотики оказывают защитный эффект конкурируя с патогенными микроорганизмами за питательные вещества и энергию. *Vibrio alginolyticus* используется в качестве пробиотика во многих инкубаториях эквадорских креветок с конца 1992 г. [18]. Joborn A. и др. выделили из ЖКТ атлантического лосося *Salmo salar* штамм *Carnobacterium inhibens* K1, метаболически активный как в кишечнике, так и в фекалиях лососевых [38]. Позже Робертсон отметил снижение смертности лососевых за счёт высокой антагонистической активности *C. inhibens* K1 по отношению *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio ordalii* and *Yersinia ruckeri* [39]. Китайские исследователи доказали, что *Enterococcus faecium* SF68 ингибирует рост *Edwardsiella tarda*, уменьшая смертность морских угрей и обыкновенного сома *Silurus glanis* [40]. Эксперименты показали, что энтерококки оказывают влияние на микрофлору кишечника сома, снижая численность *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium spp.* [41].

Gatesoup F. указывал, что молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* и *L. helveticus* снижают смертность палтуса *Scophthalmus maximus* при заражении *Vibrio*, а также ускоряют рост рыб [14]. Park et al., Hai N. выделили бактериофаги семейств *Myoviridae* and *Podoviridae* от больного азиатского лосося айю (*Plecoglossus altivelis*). При добавлении с пищей бактериофаги угнетали *Pseudomonas plecossicida* – возбудителя заболевания, снижая их количество в поч-

ках лосося и в воде [20,42]. Arijō S. и др. обнаружили, что живые пробиотики обладали способностью продуцировать перекрестно-реактивные антитела против *V. harveyi* инфекций у радужной форели [43]. Некоторые исследования продемонстрировали положительные эффекты одной наиболее важной группы пробиотических бактерий, таких как *Lactobacillus sp.* на рост Нила тилапии [44], пресноводной креветки [45], морского леща [46], африканского сома [47], персидского осетра и белуги [48]. Выявленные пробиотические бактерии и *Bacillus licheniformis* показали *in vitro* вибриоцидную активность против 60% выделенных вибриоспецифических видов из источников воды. Дальнейшая характеристика изолятов показывает, что более высокая активность была зарегистрирована при нейтральном и слабощелочном pH, при 30°C, антагонистическое свойство было невосприимчивым к используемым поверхностно-активным веществам [49]. Аналогично *Lactobacillus spp.*, выделенный из образцов творога явно вытесняет рост патогенных бактерий *Vibrio spp.* и *Shigella spp.*, которые вызывают массовую смертность у личинок *Macrobrachium rosenbergii* в регионе Кхулна и Сатхира [50]. Перспективным направлением в рыбоводстве в настоящее время является использование комбикормов со спорообразующими пробиотическими культурами [51].

Наиболее часто используются в качестве пробиотиков - молочнокислые бактерии: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bacillus sp.*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactococcus lactis* и т.д. [34,52,53] из-за их высокой антагонистической активности, производства и доступности внеклеточных ферментов, таких как протеазы, карбогидразы и липазы [54]. Пробиотики положительно влияют на темпы роста хозяина [55,56], улучшая усвояемость корма [57], благодаря корригированию работы пищеварительных ферментов альгинат-лиазы, амилазы и протеазы [58]. Снижают количество заболеваемости, требуя меньше химических препаратов [21]. Более того, пробиотики хорошо работают в различных водных средах: пресная вода [59] и морская вода [60]. Известно, что *Bacillus sp.* обладают адгезионными способностями, продуцируют бактериоцины (антимикробные пептиды) и обеспечивают иммуностимуляцию, также используется для уменьшения метаболических отходов в водной системе [61]. Повсеместное использование молочнокислых бактерий, которые не являются доминирующими в нормальной микробиоте кишечника личинки или растущей рыбы основывается на феномене конкурентного исключения: конкуренция за места прикрепления на слизистой оболочке, за пита-

тельные вещества [18,34]. Известно, что бактерии в норме заселяющие слизистые, оказывают антагонистическое действие в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры, обеспечивают витаминобразующую и ферментативную функции [62]. Однако маловероятно, что одно экзогенное добавление пробиотика к установленному микробному сообществу приведет к длительной доминантной колонизации [18,34]. Это особенно характерно для бактериальных видов, которые не относятся к нормальной доминантной микробиоте кишечника культивируемых видов или её конкретной стадии развития. В таких случаях, для модификации состава микробного сообщества в кишечнике, необходимо регулярно вводить пробиотик, если требуется непрерывная колонизация при высоких плотностях [18]. Многие ученые сообщают, что молочнокислые бактерии – популярные пробиотические штаммы, применяемые для борьбы с бактериальными возбудителями, поскольку их действие направлено на улучшение иммунитета, пищеварения, защиту от возбудителей, способствует росту и размножению и может использоваться в качестве альтернативы антибиотикам. Кроме того, признано, что некоторые энтерококки могут обладать характеристиками вирулентности и сохранять способности антибиотикорезистентности, поэтому акцентируем внимание на молочнокислые бактерии, поскольку конечной инстанцией пищевой цепи, является человек [63]. Пробиотики эффективны и экологичны, поэтому подходят для всей системы аквакультуры (основное и дополнительное питание, очистка воды), положительно влияя на здоровье гидробионтов, и здоровье потребителей.

Аквакультура в Казахстане. В настоящее время аквакультура является самым быстрорастущим сектором, как в мире, так и в Казахстане. В водоемы Казахстана только в 2017 г. было выпущено 127,7 млн. молоди ценных видов рыб. В том числе, по информации Минсельхоза, Атырауский осетровый рыбоводный завод выпустил 3,5 млн. шт. молоди осетровых, Урало-Атырауский рыбоводный завод - 3,5 млн. шт. молоди осетровых, Камышлыбашский рыбопитомник - 15,22 млн. шт. сеголеток и двухлеток карпа, белого амура и толстолобика, Петропавловский рыбопитомник - 54,4 млн. шт. личинок сиговых, личинок и сеголеток карпа. Также частные рыбоводные предприятия вырастили и выпустили в естественную среду обитания 42,7 млн. шт. молоди ценных видов рыб. Минсельхоз сообщил, что в 2018 г. госзаказ на зарыбление водоемов Акмолинской, Алматинской, Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Северо-Казахстанской и Южно-Казахстанской областей

также будет размещён в конкурентной среде в объеме порядка 45 млн. шт. молоди ценных видов рыб (личинки сиговых, сеголетки карпа, белого амура и толстолобика) на общую сумму 225 515 тыс. тенге [64]. Среди множества факторов, способных вызвать снижение численности рыб, главенствующую роль играют болезни, особенно бактериальные инфекции [65,66]. Рыба всегда подвержена заболеваниям различной этиологии (бактериальные, грибковые, вирусные, микозные и паразитарные) [67]. Бактериальные инфекции опасны и вызывают гибель рыб. В FAO каждый год многие страны: Китай, Индия, Норвегия, Индонезия, Россия и т. д., сталкиваются с огромной потерей в производстве аквакультуры, в основном из-за бактериальных и вирусных заболеваний [65,68]. В Казахстане КазНИИ перерабатывающей и пищевой промышленности разработал препарат «Биоконс», представляющий собой консорциум молочнокислых бактерий (*Lactobacillus brevis* - 67, *Lactobacillus casei* var. *Alactosus* - 22, *Lactobacillus fermentum* - 104, *Lactobacillus plantarum* - 2) в соотношении 1:1:1:1 [69]. На рынке Казахстана предлагается много коммерческих препаратов, но наиболее популярным являются такие как Субалин, Субтилис, Суб-ПРО, ОЛИН.

Заключение. Использование пробиотиков в аквакультуре Казахстана всё ещё находится в стадии развития. Доступные коммерческие пробиотики не всегда оказывают положительный эффект. В ближайшем будущем пробиотики получат большее признание в аквакультуре Казахстана, и их применение будет быстро расширяться, что связано с жизненным вопросом - качеством пищи: составом и безопасностью потребляемой продукции. Поэтому существует необходимость изолировать новые пробиотики из окружающей среды аборигенов для Казахстана, изучить пробиотические свойства, учитывая все преимущества и недостатки тех или иных видов микроорганизмов при выборе пробиотика, способного воздействовать на здоровье рыб путем снижения риска заболеваний, что также будет рассматриваться как важный шаг в получении устойчивой аквакультуры.

Список литературы

1 Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И. Перспективы использования суболина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС // Науч.-техн. конф. Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. Тез. докл. Москва, - 2005. - С. 133-136.

2 Kolndadacha O.D., Adikwu I.A., Okaeme A.N., Atiribom R.Y., Mohammad A. and Musa Y.M. The role of probiotics in aquaculture in

Nigeria // A review. Continental Journal of Fish and Aquatic Science. - 2011. - № 5(1). - P. 8-15.

3 Fuller R. A review, Probiotics in man and animals // Journal of Applied Bacteriology. - 1989. - № 66. - P. 365-378.

4 Урсова Н.И. Перспективы применения пробиотиков метаболического типа в педиатрии // Consilium-medicum. - 2003. - № 6. - С. 3-6.

5 Denev S.A. Ecological Alternatives of Antibiotic Growth Promoters in the Animal Husbandry and Aquaculture // DSc. Thesis. Stara Zagora, Bulgaria: Department of Biochemistry Microbiology. Trakia University. - 2008. - P. 294.

6 Шендеров Б.А., Манвелова М.А. Функциональное питание и пробиотики: микрoэкологические аспекты. М.: Изд-во Агар, - 1997. - С. 1-24.

7 Lilly D.M., Stilwell H. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms // Science. - 1965. - V. - 147. - №3659. - P. 747-748.

8 Gros M., Jhielin G. Le Laut. - 1970. - P. 493-494.

9 Parker R.B. Probiotics, the other half of the antibiotics story // Animal Nutrition Health. - 1974. - № 29. - P. 4-8.

10 Riise T. The probiotic concept-a review // Chris Hansen's Laboratory. Copenhagen, - 1981. - №14. - P. 24-32.

11 Vanbelle M., Teller E., Focant M. Probiotics in animal nutrition: a review // Archive for Tierernahrung. - 1990. - № 40. - P. 543-567.

12 Сафонов Г.А., Калинина Т.А., Романова В.П. Пробиотики как фактор, стабилизирующий здоровье животных // Ветеринария. - 1992. - №7-8 (3). - С. 3-34.

13 Gibson G.R., Roberfroid M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics // Journal of Nutrition. - 1995. - № 125. - P. 1401-1412.

14 Gatesoupe F.J. Lactic acid bacteria increase the resistance of turbot larvae, (*Scophthalmus maximus*) against pathogenic vibrio // Aquatic Living Resources. - 1994. - № 7. - P. 182- 277.

15 Gram L., Melchiorsen J., Spanggaard B., Huber I., Nielsen T. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* strain AH2—a possible probiotic treatment of fish // Applied and Environmental Microbiology. - 1999. - № 65. - P. 969-973.

16 Mai D. Ibrahim Evolution of probiotics in aquatic world: Potential effects, the current status in Egypt and recent prospectives // Journal of Advanced Research. - 2015. - № 6. - P. 765-791.

17 Salminen S., Ouwehand A., Benno Y. and Lee Y.K. Probiotics: how should they be defined? // Trends in Food Science & Technology. - 1999. - № 10. - P. 107-110.

18 *Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P. and Verstraete W.* Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. - 2000. - № 64. - P. 655–671.

19 FAO/WHO. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with liver lactic acid bacteria. Food and Agriculture Organization and World Health Organization Joint report. - 2001.

20 *Hai N.V.* The use of probiotics in aquaculture // *Journal of Applied Microbiology*. - 2015. - P. 917-935.

21 *Irianto A. and Austin B.* Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // *Journal of Fish Diseases*. - 2002. - № 25. - P. 1–10.

22 *Белоусов Ю.Б., Моисеев В.С., Лепяхин В.К.* Клиническая фармакология и фармакотерапия. Руководство для врачей. М.: Издательство «Универсум Паблишинг», - 1997. - С. 440.

23 *Майданник В.Г., Майданник И.В.* Справочник современных лекарственных средств. Харьков, - 2005. - С. 1022.

24 *Kashinskaya E.N., Belkova N.L., Izvekova G.L., Simonov E.P., Andree K.B., Glupov V.V., Baturina O.A., Kabilov M.R., Solovyev M.M.* A comparative study on microbiota from the intestine of Prussian carp (*Carassius gibelio*) and their aquatic environmental compartments, using different molecular methods // *Journal of Applied Microbiology*. - 2015. - № 119. - P. 948-961.

25 *Romero C., Desai P., DeLillo N., Vancura A.* Expression of FLR1 transporter requires phospholipase C and is repressed by Mediator // *Journal of Biological Chemistry*. - 2006. - № 281(9). - P. 5677-85.

26 *Cahill M.M.* Bacterial flora of fishes: a review // *Microbial Ecology*. - 1990. - № 19. - P. 21–41.

27 *Olafsen J.A.* Interaction between fish larvae and bacteria in marine aquaculture // *Aquaculture*. - 2001. - № 200. P. 223-257.

28 *Sakata T.* Microflora in the digestive tract of fish and shellfish // In: Lesel R, ed. *Microbiology in Poecilotherms*. Amsterdam. - 1990. - P. 171-176.

29 *Onarheim A.M., Wilik R., Burghardt J. and Stackebrandt E.* Characterization and identification of two *Vibrio* species indigenous to the intestine of fish in cold sea water; description of *Vibrio iliopiscarius* sp. Nov // *Systematic and Applied Microbiology*. - 1994. - № 17. - P. 370–379.

30 *Clements K. D.* Fermentation and gastrointestinal microorganisms in fishes // *Gastrointestinal microbiology*. New-York. - 1997. - P. 156–198.

31 *Hansen G.H., Olafsen J.A.* Bacterial interactions in early life stages of marine cold water fish // *Microbial Ecology*. - 1999. - № 38. - P. 126.

32 *Balcazar J.L., Vendrell D., De Blas I., Cunningham D., Vandrell D., Muzquiz J.L.* The role of probiotic in aquaculture // *Veterinary Microbiology*. - 2006. - № 114. - P. 173-186.

33 *Jameson J.D.* Role of probiotics in aquaculture practices // *Fishing Chimes*. - 2003. - № 23. - P. 9.

34 *Ringo E., Gatesoupe F.J.* Lactic acid bacteria in fish: a review // *Aquaculture*. - 1998. - № 160. - P. 177-203.

35 *Nair S., Tsukamoto K., Shimidu U.* Distribution of bacteriolytic bacteria in the coastal marine environments of Japan // *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. - 1985. - № 51. - P. 1469-1473.

36 *Imada C., Maeda M., Taga N.* Purification and characterization of the protease inhibitor "monastatin" from a marine *Alteromonas* sp. with reference to inhibition of the protease produced by a bacterium pathogenic to fish // *Canadian Journal of Microbiology*. - 1985. - № 31. P. 1089-1094.

37 Богатыренко Е.А. Пробиотики и их применение в марикультуре // *Известия ТИНРО*. - 2009. - Т.157. - С. 189-196.

38 *Joborn A., Olsson J.C., Westerdahl A.* Colonisation in the fish intestinal tract and production of inhibitory substances in intestinal mucus and faecal extracts by *Carnobacterium* sp.KI // *Journal of Fish Diseases*. - 1997. - № 20. - P. 383-392.

39 *Robertson P., O'Dowd C., Burrels C., Williams P., Austin B.* Use of *Carnobacterium* sp. as a probiotic for Atlantic salmon *Salmo salar* L. and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum // *Aquaculture*. - 2000. - № 185. - P. 235-243.

40 *Cnang C.L., Liu W.Y.* An evaluation of two probiotic bacterial strains, *Enterococcus faecium* SF68 and *Bacillus toyoi*, for reducing edwardsiellosis in cultured eels // *Journal of Fish Diseases*. - 2002. - № 25. - P. 311-315.

41 *Bogut I., Milakovic Z., Brkic S., Novoselic D.* Effects of *Enterococcus faecium* on the growth rate and content of intestinal microflora in sheat fish *Silurus glanis* // *Veterinarni Medicina*. - 2000. - № 45. - P. 107-109.

42 *Park S.C., Shinamura I., Fukunaga M, Mori K.I., Nakai T.* Isolation of bacteriophages specific to a fish pathogen, *Pseudomonas plecoglossida*, as a candidate for disease control // *Applied and Environmental Microbiology*. - 2000. - № 66. - P. 1416-1422.

43 *Arijo S., Brunt J., Chabrilion M., Daz-Rosales P. and Austin B.* Subcellular components of *Vibrio harveyi* and probiotics induce immune responses in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), against *V. harveyi* // *Journal of Fish Diseases*. - 2008. - № 31. - P. 579-590.

44 *Lara-Flores M., Olvera-Novoa M.A., Guzmán-Méndez B.E., López-Madrid W.* Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and

Lactobacillus acidophilus, and the yeast Saccharomyces cerevisiae as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) // Aquaculture. - 2003. - № 216. - P.193-201.

45 Venkat H.K., Sahu N.P., Jain K.K. Effect of feeding Lactobacillus-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) // Aquaculture Research. - 2004. - № 35. - P. 501-507.

46 Suzer C., Çoban D., Kamaci H.O., Saka Ş, Firat K, Otgucuoğlu Ö and Küçüksarı H. Lactobacillus spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: Effects on growth performance and digestive enzyme activities // Aquaculture. - 2008. - № 280. - P. 140-145.

47 Al-Dohail M.A, Hashim R., Aliyu-Paiko M. Effects of the probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth performance, haematology parameters and immunoglobulin concentration in African catfish // Aquaculture Research. - 2009. - № 40. - P. 1642-1652.

48 Askarian F., Kousha A., Salma W., Ringo E. The effect of lactic acid bacteria administration on growth, digestive enzyme activity and gut microbiota in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and beluga (*Huso huso*) fry // Aquaculture Nutrition. - 2011. - № 17. - P. 488-497.

49 Sarker A., Rahman S., Khan S.N., Naser M.N., Karim M.M. Optimization and partial characterization of a putative probiotic bacterium antagonistic to vibrios in shrimp larval rearing system // Dhaka University Journal of Pharmaceutical Science. - 2010. - № 9(1). - P. 23-29.

50 Rahim A.M., Rahman S., Naser M.N., Karim M.M. The application of probiotic technology to prevent prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) mortality in the south-west coastal region of Bangladesh. In: Proceedings of the 1st International Exhibition on dairy, aqua and pet animals. Animal Health Companies Association of Bangladesh. - 2012. - P. 204-210.

51 Катичева Л.Ю. Роль и задачи отраслевой ихтиопатологической службы в охране здоровья культивируемых рыб на рыбоводных хозяйствах // Науч.-практ. конф. Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. Тез. докл. Москва: Наука. - 2000. - С. 21.

52 Hagi T., Tanaka D., Iwamura Y., Hoshino T. Diversity and seasonal changes in lactic acid bacteria in the intestinal tract of cultured freshwater fish // Aquaculture. - 2004. - № 234. - P. 335-346.

53 Corcoran B.M., Ross R.P., Fitzgerald G.F., Stanton C. Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of probiotic substances // Journal of Applied Microbiology. - 2004. - № 96. - P. 1024-1039.

54 *Arllano C.F. and Olmos S.J.* Thermostable alpha-1, 4-and alpha-1,6-glucosidase enzymes from *Bacillus* sp. isolated from a marine environment // *World Journal Microbiology and Biotechnology*. - 2002. - № 18. - P. 791–795.

55 *Kumar R., Mukherjee S.C., Prasad K.P. and Pal A.K.* Evaluation of *Bacillus subtilis* as a probiotic to Indian major carp *Labeo rohita* (Ham.) // *Aquatic Resources*. - 2006. - № 37. - P. 1215–1221.

56 *Boonthai T., Vuthiphandchai V. and Nimrat S.* Probiotic bacteria effects on growth and bacterial composition of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) // *Aquac Nutr.* - 2011. - № 17. - P. 634–644.

57 *Deschrijver R. and Ollevier F.* Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus* // *Aquaculture*. - 2000. - № 186. - P. 107–116.

58 *Yu M.C., Li Z.J., Lin H.Z., Wen G.L. and Ma S.* Effects of dietary medicinal herbs and *Bacillus* on survival, growth, body composition, and digestive enzyme activity of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* // *Aquaculture International*. - 2009. - № 17. - P. 377–384.

59 *Rahiman K.M., Jesmi Y., Thomas A.P. and Hatha A.M.* Probiotic effect of *Bacillus* NL110 and *Vibrio* NE17 on the survival, growth performance and immune response of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) // *Aquatic Resources*. - 2010. - № 41. - P. 120–134.

60 *Vijayan K.K., Singh I.S.B., Jayaprakash N.S., Alavandi S.V., Pai S., Preetha R., Rajan J.J.S. and Santiago T.C.* A brackishwater isolate of *Pseudomonas* PS-102, a potential antagonistic bacterium against pathogenic vibrios in penaeid and non-penaeid rearing systems // *Aquaculture*. - 2006. - № 251. - P. 192–200.

61 *Hong H.A., Duc L.H. and Cutting S.M.* The use of bacterial spore formers as probiotics // *FEMS Microbiol Reviews*. - 2005. - № 29. - P. 813–835.

62 *Klewicki R., Klewicka E.* Antagonistic activity of lactic acid bacteria as probiotics against selected bacteria of the Enterobacteriaceae family in the presence of polyols and their galactosyl derivatives // *Biotechnology Letters*. - 2004. - № 26. - P.317–320.

63 *Lahtinen J., Boyle R.J., Margolles A., Frias R. and Gueimonde M.* Safety assessment of probiotics // *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*. - 2009. - P. 1193–1235.

64 Об объеме рыбопроизводства в Казахстане (инфографика). URL: https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/90180.html (дата обращения: 25.10.2019).

65 *El-Haroun E.R., Goda A.M., S & Kabir Chowdhury M.* Effect of dietary probiotic Biogens supplementation as a growth promoter on growth performance and feedutilization of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) // *Aquaculture Research*. - 2006. - № 37. - P. 1473–1480.

66 *Pieters N., Brunt J., Austin B., Lyndon A.R.* Efficacy of in-feed probiotics against *Aeromonas bestiarum* and *Ichthyophthirius multifiliis* skin infections in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) // *Journal of Applied Microbiology*. - 2008. - № 105. - P. 723-732.

67 *Радько М.М.* Борьба с болезнями рыб – актуальная задача рыбоводства Беларуси // *Белорусское сельское хозяйство*. - 2008. - № 2. - С. 52–54.

68 *Carnevali O., Maradonna F., Gioacchini G.* Integrated control of fish metabolism, wellbeing and reproduction: The role of probiotic // *Journal of Aquaculture*. - 2017. - P. 144-155.

69 *Дудикова Г.Н., Витавская А.В., Тулемисова К.А., Зайнуллина Г.Х., Цуркан Л.Г.* Патент Республики Казахстан “Консорциум бактерий *Lactobacillus brevis*-67, *Lactobacillus casei* var. *alactosus* 22, *Lactobacillus fermentum*-96, *Lactobacillus fermentum*-104, *Lactobacillus plantarum*-2, активный в отношении *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurum* и *Bacillus subtilis*”. - № 8945 от 15.12.2003.

Текебаева Ж.Б. - магистр технических наук, e-mail: j.tekebaeva@mail.ru

Шахабаева Г.С. - кандидат биологических наук, e-mail: klever973@gmail.com

Сармурзина З.С. - кандидат биологических наук, e-mail: sarmurzina@list.ru

Бисенова Г.Н. - кандидат сельскохозяйственных наук,
e-mail: bissenova84@mail.ru

Уразова М. - кандидат биологических наук, e-mail: maira_01@mail.ru

Досова А.Д. - магистр техники и технологий, e-mail: dosova_alma@mail.ru

Абжалелов А.Б. - доктор биологических наук, профессор,
e-mail: ab_akhan@mail.ru

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 68.29.15, 87.27.05

*Г.М. Изтлеуов¹, А.Ж. Дайрабаева¹, К.К. Жаксыбек¹,
А. Абдуова¹, А. Досбаева¹*

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВЫ

Аннотация. Результаты исследования влияние пестицидов на микроорганизмы почвы показали, что почвенные пробы теплиц, отобранные на разных глубинах (10, 20, 30 и 40 см) дают различные результаты. Грибы и бактерии интенсивно развивались на верхнем слое почвы. Как показали проведенные исследования в теплицах, титр грибов, выделенных с территории теплицы на глубине 10 см. составил 4×10^4 , когда как за 5 км от теплицы, где почва не обрабатывалась $7,6 \times 10^4$. Титр спор грибов на глубине 40 см составил $1,2 \times 10^4$ и $2,3 \times 10^4$, соответственно. Было отмечено, что титр бактерий с почвенных образцов с территории теплицы был ниже, чем с почвенных образцов взятых 5 км от территории теплицы. Так, титр на глубине 10 см с территории теплицы составил $5,6 \times 10^7$, с пробы 5 км от территории теплицы $8,6 \times 10^7$, на глубине 20 см $3,5 \times 10^7$ и $5,2 \times 10^7$, на глубине 30 см $2,3 \times 10^7$ и $5,3 \times 10^7$, на глубине 40 см $1,1 \times 10^7$ и $3,1 \times 10^7$, соответственно. Было показано, что разница роста микроорганизмов с почвенных образцов теплицы и от неё не очень существенна, но она есть.

Ключевые слова: почва, пестициды, теплица, микроорганизмы, анализ, Оберон.

• • •

Түйіндеме. Пестицидтердің топырақ микроорганизмдеріне әсерін зерттеуде әр түрлі тереңдікте (10, 20, 30 және 40 см) алынған жылыжайдан алынған топырақ сынамалары әртүрлі нәтиже көрсеткендігі белгілі болды. Топырақтың беткі қабатында саңырауқұлақтар мен бактериялар жылдам көбейді. Жылыжайлардағы зерттеулер көрсеткендей, жылыжай аумағынан 10 см тереңдікте бөлініп алынған саңырауқұлақтың титрі 4×10^4 , ал жылыжайдан 5 км қашықтықта өңделмеген топырақтағы саңырауқұлақтың титрі $7,6 \times 10^4$ мөлшерін құрады. Жылыжайдағы 40 см тереңдіктегі саңырауқұлақ спораларының титрі сәйкесінше $1,2 \times 10^4$ және $2,3 \times 10^4$ болды. Сондай-ақ, жылыжай аумағындағы топырақ сынамаларындағы бактериялардың титрі, жылыжай аумағынан 5 шақырым жерде алынған топырақ сынамаларына қарағанда төмен болғанын атап өттік. Сонымен, жылыжай аумағынан 10 см тереңдіктегі титр $5,2 \times 10^7$, жылыжай аумағынан 5 км қашықтықтағы үлгіде $8,6 \times 10^7$, 20 см тереңдікте $3,5 \times 10^7$

және $5,2 \times 10^7$, 30 см тереңдікте $2,3 \times 10^7$ және $5,3 \times 10^7$ болды. сәйкесінше 40 см тереңдікте $1,1 \times 10^7$ және $3,1 \times 10^7$ мөлшерінде анықталды. Жылыжайдан алынған топырақ сынақтарынан микроорганизмдердің өсуіндегі айырмашылық онша маңызды емес, бірақ ол бар екендігі көрсетілді.

Түйінді сөздер: топырақ, пестицидтер, жылыжай, микроағзалар, талдау, Оберон.

• • •

Abstract. The results of the study, the effect of pesticides on soil microorganisms showed that, soil samples of the greenhouse taken at different depths: 10, 20, 30 and 40 cm, different results were obtained. Fungi and bacteria intensively developed on the topsoil. As the research in greenhouses showed, the titer of mushrooms isolated from the territory of the greenhouse at a depth of 10 cm was 4×10^4 , when it was 5 km from the greenhouse, where the soil was not cultivated 7.6×10^4 . The titer of fungal spores at a depth of 40 cm was 1.2×10^4 and 2.3×10^4 , respectively. We also noted that the titer of bacteria from soil samples from the territory of the greenhouse was higher than from soil samples taken 5 km from the territory of the greenhouse. So, the titer at a depth of 10 cm from the territory of the greenhouse was 5.6×10^7 , from a sample of 5 km from the territory of the greenhouse 8.6×10^7 , at a depth of 20 cm 3.5×10^7 and 5.2×10^7 , at a depth of 30 cm 2.3×10^7 and 5.3×10^7 , at a depth of 40 cm 1.1×10^7 and 3.1×10^7 , respectively. It was shown that the difference in the growth of microorganisms from soil samples from the greenhouse and from it is not very significant, but it

Keywords: soil, pesticides, glasshouse, microorganisms, analysis, Oberon.

Введение. Сельское хозяйство – одна из основных отраслей экономики, которая является важным источником обеспечения населения продовольствием, а в перерабатывающей промышленности – сырьём, а также мощным фактором воздействия на окружающую среду. По уровню антропогенной нагрузки данная отрасль, по оценкам учёных, находится среди лидеров. Значительный ущерб окружающей среде нанесли использование тяжёлой машинной техники, высокая концентрация производства, мелиорация и химизация земель. Когда-то, благодаря изобретению пестицидов – синтетических химических веществ, которые стали применяться во всём мире в течение нескольких последних десятилетий для облегчения ухода за посевами и для повышения урожайности культур, в сельском хозяйстве был осуществлён значительный прорыв в решении продовольственных вопросов. Однако эти вещества сразу вошли в

ряд высокотоксичных и начали сопровождаться соответствующей маркировкой: «Опасно для жизни!», «Опасно!», «Осторожно!» Международная сеть действий против использования пестицидов (The International Pesticide Action Network) в 1998г. впервые провозгласила 3 декабря Международным днём борьбы против использования пестицидов (No Pesticides Use Day) с целью привлечь внимание к решению проблем, возникающих в результате производства и применения опасных химических веществ, чтобы защитить людей и окружающую среду от негативного воздействия пестицидов, а также в память о Бхопальской катастрофе. Экологические риски в агроэкосистемах связаны с внесением пестицидов, средств защиты растений, системой обработки почвы. Под экологическим риском понимают вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды. В отношении пестицидов это понятие можно трактовать как вероятность проявления их экологической опасности (прежде всего токсичности) в реальных условиях окружающей среды и регламента применения. Вредное воздействие пестицидов предполагает возникновение вследствие экспозиции негативных эффектов у нецелевых видов (видов, которые не являются мишенями в случае применения пестицидов). Пестициды – это химические препараты, используемые для уничтожения сорняков, вредителей, различных грибков, эктопаразитов домашних животных, переносчиков опасных заболеваний человека и животных. Более 98% распыливаемых инсектицидов и 95 % гербицидов достигают мишеней, которые не являются целевыми, поскольку такая продукция распыляется или распространяется по всем сельскохозяйственным полям.

Пестициды могут быть применены к водной среде и перенесены ветром в другие области, пастбища, населенные пункты и иные районы. Также проблемы возникают ввиду плохой практики производства, транспорта и хранения пестицидов. Со временем повторное применение повышает сопротивляемость вредителям, а его воздействие на другие виды может способствовать возрождению популяции вредителей [1-2]. Каждый класс пестицидов имеет определенный набор экологических проблем. Такие нежелательные эффекты привели к тому, что многие пестициды были запрещены (например, альдрин, дильдрин, ДДТ и др.), касательно других же пестицидов разрабатываются правила, направленные на ограничение и / или уменьшение их использования. Со време-

нем пестициды обычно становятся менее стойкими и более видоспецифическими, что снижает их экологический след. Кроме того, количество пестицидов, применяемых на гектар, снизилось, в некоторых случаях на 99 %. Тем не менее, глобальное распространение использования пестицидов, в том числе устаревших пестицидов, которые были запрещены в некоторых юрисдикциях, в целом увеличилось [3].

Пестициды влияют на окружающую среду и экосистемы, приводя к сокращению биоразнообразия, особенно вследствие уничтожения сорняков и насекомых, которые являются важными элементами пищевой цепи. Кроме того, пестициды оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека, как в результате прямого действия, так и опосредованно вследствие накопления остаточных количеств в сельскохозяйственных продуктах и питьевой воде. Кроме целевого назначения, пестициды оказывают также негативное влияние на биосферу, масштаб которого сравнивают с глобальными экологическими факторами. На национальном и международном уровнях изучаются методы, которые позволяют сокращать потребность в пестицидах, например, органическое земледелие, биологические методы защиты растений. Применение пестицидов может привести к таким негативным последствиям как уменьшение биологической продуктивности, нарушение функционирования грунтовых микробиоценозов, накопление остатков пестицидов и их производных в поверхностных водных источниках и грунтовых водах, препятствие восстановлению плодородия, уменьшение пищевой ценности сельскохозяйственной продукции и тому подобное. Пестициды оказывают значительное влияние на исчезновение видов, опыляющих растения, в том числе через механизм расстройств колонии пчёл [4]: рабочие пчелы внезапно исчезают из улья. Применение пестицидов к культурам в период цветения может привести к гибели пчёл [2], опыляющих растения. Пестициды наносят вред многим видам животных, что приводит к тому, что всё больше стран начинают регулировать использование пестицидов посредством разработки и внедрения планов действий по биоразнообразию. Животные могут быть отравлены остатками пестицидов, которые остаются на пище [4].

Цель исследований – определение влияния пестицидов на микроорганизмы почвы

Методы исследований. Для определения влияния пестицидов на микроорганизмы были проведены работы по выделению их из по-

чвы. В связи с тем, что во многих теплицах культуру выращивают на минераловатах и кубиках, говорить о почвенных микроорганизмах не приходится. В связи с этим, почвенные образцы на исследование по определению влияния пестицидов на микроорганизмы проводили из теплицы, где выращивание томатов производят на почве. Для сравнения почвенные образцы отбирали на территории теплицы в 500 м², построенной на почве (г. Шымкент) и 5 км от нее, где не проводились химические обработки.

Выделение микроорганизмов из почвенных образцов. Почва представляет собой благоприятную среду для развития микроорганизмов. Приблизительные подсчеты показывают, что в 1 г почвы содержится бактерий – 10⁹, грибов – 10⁵, водорослей – 10³. Микроорганизмы осуществляют превращение (окисление, восстановление) ряда неорганических соединений, переводя их в более или, наоборот, менее усвояемую форму. Чрезвычайно полезное значение имеет усвоение азота атмосферы микроорганизмами, что является почти единственным источником азотистых соединений в почве. Важной особенностью микроорганизмов является выделение ряда биотических веществ (витамины, гормоны), которые способствуют росту высшего растения. На динамику численности микроорганизмов в почве оказывают влияние не только влажность и температура, но и фаза развития растений, поступление в почву органического распада, накопление микробных метаболитов и многое другое. Кроме сезонных колебаний численности микроорганизмов, в почве наблюдается изменение численности, и структуры микробных группировок за короткие промежутки времени. От сапротрофных организмов напрямую зависит плодородие почвы. Их количество отвечает за условия получения высокого урожая. Нерациональное использование пестицидов может пагубно влиять на почвенные микроорганизмы.

Одной из задач данных исследований было определение влияния пестицидов на микроорганизмы. Так, было проведено ещё одно исследование по определению данного показателя. Для анализов были отобраны те же почвенные образцы, отобранные с территории почвенной теплицы и в 5 км от неё, где не использовали ранее пестициды. Выделение микроорганизмов проводили на разные питательные среды по общепринятым методам в микробиологии. Для грибов использовали среду Чапека и картофельный агар, для бактерий использовали мясопептонный агар (рисунок 1).

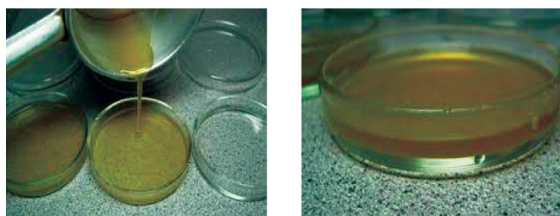


Рисунок 1 – Питательные среды для роста микроорганизмов

На питательных средах выросла различная грибная и бактериальная микрофлора. В задачу исследований входило определение общего титра микроорганизмов. В связи с этим работы по идентификации не проводились. По морфологическим признакам они были отнесены на бактериальные и грибные (рисунки 2, 3).

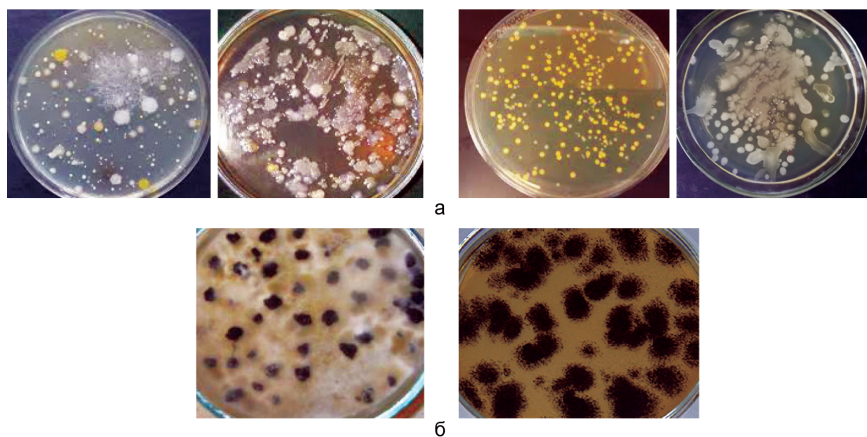


Рисунок 2 – Микроорганизмы, выделенные за 5 км от территории теплицы

Как видно из рисунка 2, из почвенных образцов с территории за 5 км от теплицы были выделены микроорганизмы бактериальной и грибной этиологии. На питательных средах наблюдался более интенсивный рост как грибов, так и бактерий. На рисунке 2 видно, что рост микроорганизмов с территории теплицы был не такой интенсивный.

Как было сказано выше, почвенные пробы были отобраны на разных глубинах: 10, 20, 30 и 40 см. На разной глубине почвы были получены разные результаты. Грибы и бактерии интенсивно раз-

вивались на верхнем слое почвы. Количественный учёт микроорганизмов отражен на рисунках 4 и 5.

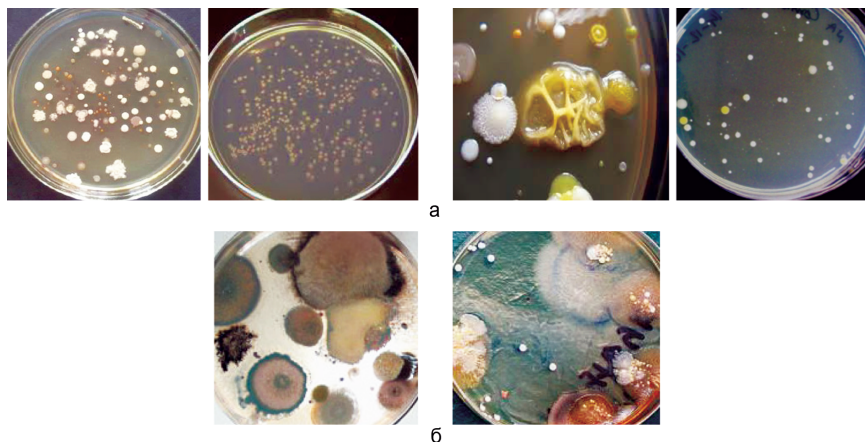


Рисунок 3 – Микроорганизмы, выделенные на территории теплицы

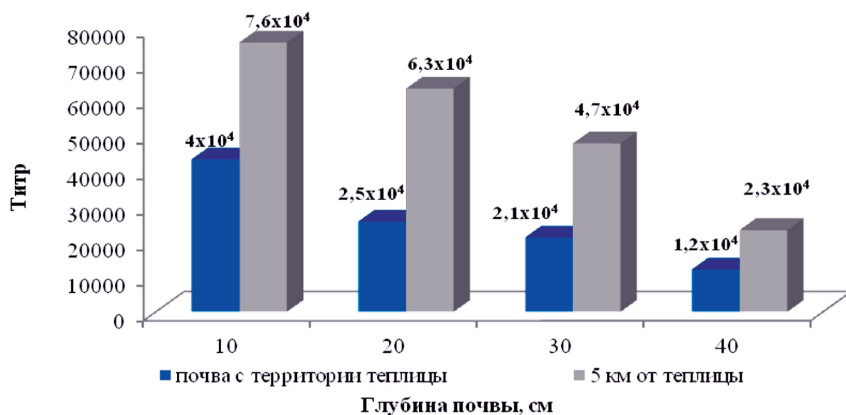


Рисунок 4 – Количественный учёт грибов в почвенных образцах

Как видно из рисунка 4, титр грибов, выделенных с территории теплицы на глубине 10 см. составил 4×10^4 , тогда как за 5 км от теплицы, где почва не обрабатывалась - $7,6 \times 10^4$. Титр спор грибов на глубине 40 см составил $1,2 \times 10^4$ и $2,3 \times 10^4$, соответственно.

Количественный учёт бактерий отражен на рисунке 5.

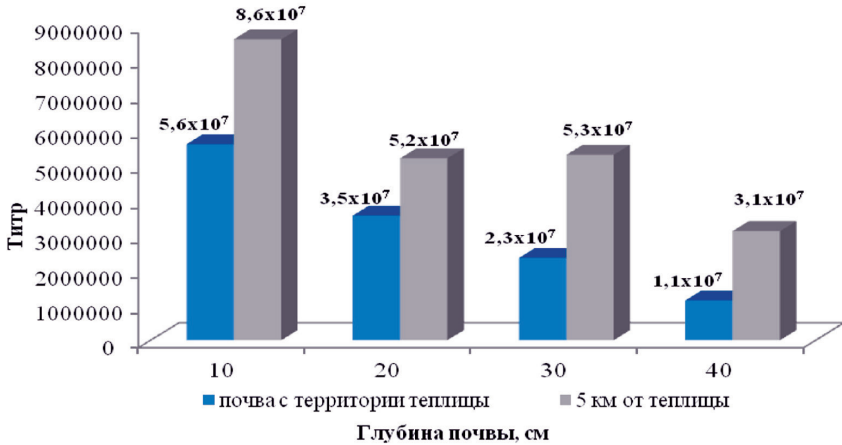


Рисунок 5 – Количественный учет бактерий в почвенных образцах

На рисунке 5 видно, что также отмечена тенденция спада количества бактерий в зависимости от глубины почвы.

Выводы. Результаты проведенных исследований показали, что титр бактерий с почвенных образцов с территории теплицы был ниже, чем с почвенных образцов взятых в 5 км от территории теплицы. Так, титр на глубине 10 см с территории теплицы составил $5,6 \times 10^7$, с пробы 5 км от территории теплицы $8,6 \times 10^7$, на глубине 20 см $3,5 \times 10^7$ и $5,2 \times 10^7$, на глубине 30 см $2,3 \times 10^7$ и $5,3 \times 10^7$, на глубине 40 см $1,1 \times 10^7$ и $3,1 \times 10^7$, соответственно. Хотелось бы отметить, что эта разница роста микроорганизмов с почвенных образцов теплицы и от неё не очень существенна, но она есть.

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 Hadjamberdiev I., Jumaev I. Gorbatjuk V. Review on Persistent Organic Pollutants: Офиц. Сайт ANPED. – Режим доступа: <http://www.anped.org/media.php?id=107/март2013>, свободный. – Загл. с экрана.

4 Обзор ситуации с СОЗ в Казахстане. Ноябрь, 2004: Международный проект по ликвидации и СОЗ–IPEP. – Режим доступа: Website. <http://www.ipen.org>, свободный. – Загл. с экрана..

Изтлеуов Г.М. - кандидат химических наук, доцент

Дайрабаева А.А. - старший преподаватель

Жаксыбек К.К. - магистрант

Абдуова А. - старший преподаватель

Досбаева А. - старший преподаватель

З.В. Псхацеева¹, В.Р. Кауров¹, С.В.Булацева¹

¹Горский государственный аграрный университет,
г.Владикавказ, РСО-Алания, Россия

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБИОТИКОВ И СОРБЕНТОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты научно-исследовательской работы по применению сорбента и пробиотика в кормлении цыплят-бройлеров. Сорбент бентонитовая глина в количестве - 3,6% от массы корма и пробиотик «Споротермин» в количестве - 0,1% от массы корма применялись на цыплятах кросса «РОСС-308» в качестве кормовой добавки. Установлено, что совместное введение в корма пробиотика и сорбента дают лучшие результаты по сравнению с применением их в отдельности, в частности: повышается живая масса - на 12,8%, среднесуточные и абсолютные приросты, сохранность, переваримость питательных веществ кормов, снижается содержание тяжелых металлов в мясе и крови, увеличивается убойный выход - на 74,05%, рентабельность составляет 30,8%.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, бентонитовая глина, пробиотик, живая масса, приросты, убойный выход.

• • •

Түйіндеме. Мақалада бройлер тауықтарын тамақтандыруда сорбент пен пробиотикті қолдану жөніндегі ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері туралы айтылады. Азық қоспасы ретінде ROSS-308 крест тауықтарында жем-шөптің салмағы бойынша 3,6% мөлшеріндегі сорбентті бентонит сазынан және жем-шөптің салмағынан 0,1% мөлшеріндегі «Споротермин» пробиотигінен пайдаланылды. Пробиотикалық және сорбентті жемге біріктіріп енгізу оларды бөлек қолданумен салыстырғанда жақсы нәтиже беретіні анықталды, атап айтқанда: тірі салмақ 12,8%-ға артады, орташа тәуліктік және абсолютті пайда, азық қоректік заттардың сақталуы, сіңімділігі, ауыр металдардың құрамы төмендейді қанда мал сою өнімділігі 74,05%-ға, кірістілік 30,8%-ға артады.

Түйінді сөздер: бройлер тауықтары, бентонит сазы, пробиотикалық, тірі салмақ, есу, сою өнімділігі.

• • •

Abstract. The article discusses the results of research work on the use of sorbent and probiotic in feeding broiler chickens. Sorbent bentonite clay 3.6 per cent of the feed weight and the Probiotic Sporotermine 0.1 per cent of the feed weight were used on ROSS-308 cross chickens as feed additives. It was found that the combined introduction of probiotic and sorbent into feeds gives better results

compared to their use separately, in particular: live weight increases by 12.8%, average daily and absolute gains, preservation, digestibility of feed nutrients, and the content of heavy metals in meat and blood decreases, the slaughter yield increases by 74.05%, profitability is 30.8%.

Keywords: broiler chickens, bentonite clay, probiotic, live weight, growths, slaughter yield.

Введение. Основным фактором эффективности производства животноводческой продукции является биологически полноценное кормление животных. Продукты переработки животноводческой продукции обеспечивают население всеми необходимыми веществами. Продовольственная безопасность в России должна держаться на уровне 85% по мясу и мясопродуктам и 90% - по молоку и молочным продуктам Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. разработана программа «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2013-2015 гг.». Чтобы выполнить задачи, поставленные министерством, необходимо с минимальными затратами повысить производство мяса птицы [1,2]. «Сегодня Россия среди 15-ти государств, которые лидируют по выпуску свинины, хотя международные экспортеры не дают прогноз стране стать равной среди ведущих мировых экспортеров. Компания OD Consulting полагает, что Россия сможет к 2026 г. осуществлять поставки мяса только в пределах 5 тыс. т., НСС при этом видит перспективы пятого места и объемы экспорта до 300 000 т. «По итогам 2018 г. Россия вошла в топ-10 мировых экспортеров свинины. Войти в топ-5 в ближайшие десять лет - главная стратегическая задача для страны и реальная возможность для отрасли нарастить объемы производства продукции» [3]. Птицеводство – это одно из ведущих направлений агропромышленного комплекса, которое способно удовлетворить нужды человека в легко усваиваемом, диетическом продукте. На текущий период производство мяса птицы занимает второе место, первое – свинина. Но уже к 2020 г. мясо птицы займет первое место, оттеснив свинину. По исследованиям ФАО ООН производство мяса птицы к 2025 г. возрастет – на 3,1%, свинины – на 2,6%, говядины – на 1,3% [4]. Bentonитовые глины по своим уникальным свойствам являются перспективными кормовыми добавками в рационах

животных и птиц. Установлено, что добавление бентонитов в рационы животных и птицы, рыбы и пушных зверей, способствует снижению затрат корма на единицу продукции, повышению оплаты корма приростом, улучшению качества продукции, увеличению сохранности молодняка [5]. По заключению зарубежных и российских исследователей пробиотиком является колония простейших, положительно влияющих на пищеварительную систему человека, животных и птицы. Кишечная микрофлора содержит в своем составе 1974 микроорганизма, которые представляют более 400 разных видов бактерий. В организме такое количество микроорганизмов всегда находится во взаимосвязи и друг с другом и с организмом хозяина [6-9]. Сравнительно недавно учеными стали использоваться в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы пробиотики в различных формах для увеличения массы тела и повышения хозяйственных свойств, в противовес антибиотикам [10,11]. При использовании пробиотических добавок в исследованиях на молодняке наблюдается положительное влияние на мясные качества, на сохранность поголовья и, на этом фоне, происходит снижением затрат кормов [12,13].

Материал и методы исследования. Исследования по изучению эффективности использования природного сорбента бентонита и пробиотика «Споротермин» проводили на птицефабрике Михайловская, РСО-Алании в период 2012-2013 гг. Из суточных цыплят-бройлеров сформировали по принципу пар-аналогов четыре группы по 100 голов в каждой. Продолжительность выращивания составила 42 дня (по паспорту кросса «РОСС-308»). Первая группа служила контролем и получала полнорационный комбикорм (ПК). Вторая группа птицы получала ПК с добавлением бентонита в дозировке в период 0-28 дней - 0,4 г/гол, 29-42 дня - 1,1 г/гол. Третья группа – ПК с добавлением 0,1% по массе корма пробиотика «Споротермин». И четвертая – ПК с добавлением бентонита в изучаемых дозировках совместно с пробиотиком «Споротермин». Пробиотик «Споротермин» производства Ветсельхоз (г. Серпухов, Московской области) представляет собой однородный мелкодисперсный порошок от белого до кремового цвета со слабовыраженным молочным запахом. Пробиотическая кормовая добавка Споротермин содержит лиофильно высушенные культуры *Bacillus subtilis* и *Bacillus Leciniformis*. Бактерии, используемые для изготовления препарата, обладают высокой устойчивостью к сокам и

ферментам желудочно-кишечного тракта животных; высокой антагонистической активностью к энтеропатогенной микрофлоре кишечника и условно-патогенным микроорганизмам; оптимизируют микробный баланс в кишечнике за счёт специфической деятельности спорообразующих бактерий по восстановлению нормофлоры; активизируют процессы пищеварения за счет усиления ферментативной активности в тонком кишечнике (синтез пектолитических, протеолитических ферментов, липазы), синтеза заменимых и незаменимых аминокислот и витаминов. Количество жизнеспособных микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Bacillus Leciniformis* в Споротермине составляет не менее $3-5 \times 10^9$ КОЕ/г.

Результат исследований. Живая масса, сохранность, приросты, конверсия кормов – это те показатели, по которым можно судить о качестве кормов и действии на организм различных добавок.

Таблица 1 - Динамика возрастного изменения живой массы цыплят, абсолютные и среднесуточные приросты, n=100

Показатели	Группы			
	контрольная	1 - опытная	2 - опытная	3 - опытная
Живая масса в начале опыта	40,13±0,18	40,06±0,20	40,10±0,18	40,16±0,19
Живая масса в конце опыта	2195,30±25,38	2305,79±26,1	2385,44±30,27***	2476,37±29,46***
В %	-	5,0	8,6	12,8
Абсолютные приросты, г	2155,17±25,41	2265,73±26,30	2345,28±30,27***	2436,25±29,47***
Среднесуточные приросты, %	51,31±0,60	53,95±0,63	55,84±0,72***	58,01±0,7***

В начале исследования живая масса цыплят-бройлеров была одинаковой. В возрасте 42 дня, в конце исследования, живая масса цыплят 1 опытной, 2 опытной и 3 опытной групп различалась – на 110,5 г; 190,1 и 280 г или – на 5,0%; 8,6 и 12,8% соответственно. За время проведения научно-хозяйственного опыта в контрольной группе пало две головы цыплят-бройлеров, в первой опытной группе – две головы, во 2 и 3 опытных группах пало по одной голове (таблицы 1,2). Сохранность цыплят-бройлеров была высокой за весь период выращивания, а причинами падежа были механические травмы, полученные во время кормления на начальном периоде исследования.

Таблица 2 - Выживаемость цыплят-бройлеров, %, n=100

Показатели	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Пало голов	2	2	1	1
Сохранность за весь период опыта, %	98,0	98,0	99,0	99,0

Самые высокие результаты получены при совместном скармливании сорбента и пробиотика, так как эти вещества действуют комплексно на пищеварительные процессы в организме цыплят-бройлеров. В конце опыта (42 дня) был проведен контрольный убой цыплят-бройлеров для изучения мясных качеств мяса (таблица 3).

Таблица 3 - Мясная продуктивность цыплят-бройлеров, n=5

Показатели	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Живая масса птицы перед убоем, г	2245,18±4,5	2300,2±7,24	2365,8±5,73	2406,1±7,3
Масса потрошенной тушки, г	1571,5±11,43	1696,8±6,72***	1697,2±10,14***	1781,8±10,94***
Убойный выход, %	70,0±0,23	71,3±0,31	71,74±0,42*	74,05±0,36***
Масса мышц всего, г	659,9±4,37	720,92±9,09***	721,6±9,61***	778,2±4,22***
в % к потрошенной тушке	41,6±0,44	42,5±0,43	42,5±0,57	43,7±0,26***
грудных	321,5±5,79	357,28±6,93***	360,0±6,13***	413,8±6,6***
в % к потрошенной тушке	20,3±0,46	21,1±0,39	21,2±0,33	23,2±0,33***
бедр	184,8±2,75	202,6±4,85**	202,4±3,89***	190,0±3,08
в % к потрошенной тушке	11,7±0,15	11,9±0,27	11,93±0,27	10,7±0,15***
голени	153,6±2,29	161,1±3,65	159,2±5,97	174,4±4,96***
в % к потрошенной тушке	9,67±0,12	9,49±0,19	9,38±0,34	9,79±0,31

Установлено, что убойный выход цыплят в 1, 2 и 3 опытных групп был выше – на 1,3%, 1,74% ($P \leq 0,05$), 4,05% ($P \leq 0,001$), соответственно, по сравнению с убойным выходом цыплят контрольной группы. По относительной массе грудных, бедренных мышц и мышц голени 1 опытная и 2 опытная группы получили одинаковые результаты – 720, и 721 г и опережали контрольную – на 9,2 - 9,3%. Тогда как 3 опытная группа достоверно опережала ($P \leq 0,001$) контрольную – 17,9%, со-

ответственно. Полученные данные подтверждают предположение о положительном влиянии комплексного скормливания сорбента бентонитовая глина и пробиотика Споротермин на интенсивность роста и формирование мясной продуктивности птицы. Экономическое обоснование результатов опыта проводилось с учетом технико-организационного и экономического уровня, который сложился в хозяйстве за год (таблица 4).

Таблица 4 - Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров

Показатели	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Предубойная живая масса, кг	2260	2330	2380	2470
Цена реализации 1 кг живой массы, руб.	65	65	65	65
Выручено всего, руб./гол.	146,9	151,4	154,7	160,5
Всего затрат, руб.	117,2	119,5	121,8	122,7
Себестоимость 1 кг живой массы, руб.	51,85	51,28	51,17	49,67
Чистый доход в расчете на 1 гол, руб.	29,7	31,9	32,9	37,8
Рентабельность, %	25,3	26,7	27,0	30,8

Себестоимость производства 1 кг мяса цыплят при использовании Споротермина и сорбента – 49,6 руб., что – на 2,2 руб. меньше, относительно контрольной группы. Чистого дохода из расчета на 1 голову в 3 опытной группе было получено 37,8 руб., а в контрольной группе - в контрольной группе 29,7 руб., что соответствует рентабельности в этих группах – 30,8 и 25,3%, соответственно.

Вывод. При совместном применении сорбента бентонита и пробиотика Споротермин увеличивается живая масса – на 12,8%, увеличивается чистый доход, снижается себестоимость продукции и повышается рентабельность - на 5,5%.

Список литературы

- 1 Мысик А.Т. Состояние животноводства и инновационные пути его развития // Зоотехния. - 2017. - №1. - С.2-9.
- 2 Мысик, А.Т. Питательность кормов, потребности животных и нормирование кормления / А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2007. – №1. – С.7–13.

3 Николаева Н. Войти в пятерку мировых экспертов свинины / Н. Николаева // Животноводство России. – 2019. – №2. – С.24-26.

4 Фисинин, В.И. Мировое и отечественное птицеводство: состояние и вызовы будущего / В.И.Фисинин / Журнал «Нивы Зауралья». – 2014. – № 3 (114) – С. 10–12.

5 Маслиева, О.И. Анализ качества корма и продуктов птицеводства / О.И. Маслиева. – М.: Колос. – 1970. – С. 9–27.

6 Смирнов, В.В. Экспериментальное обоснование использования нерезистентных видов бактерий для профилактики и лечения дисбактериозов / В.В. Смирнов, С.А. Резник. V съезд Укр. микробиол. общ. – Днепропетровск. – 1980. Тез. Докладов. Киев: Наукова думка. 1980. – С. 200–201.

7 Смекалов, Н.А. Скармливание ЗЦМ в сухой форме / Н.А. Смекалов // Зоотехния. - 1995. – №9. – С.13–15.

8 Пышманцева, Н.А. Пробиотики повышают рентабельность птицеводства / Н.А. Пышманцева, Н.П. Ковехова, В.А. Савосько // Птицеводство. – 2011. – № 2. – С. 36–38.

9 Parker, R.B. Probiotics, the other half of the antibiotics story // Anim.nutrition and health. 1974. – Vol. 29. – №12. – P. 4–8.

10 Бузлама, С.В. Перспективная замена кормовых антибиотиков / С.В. Бузлама, Н.Ю. Лазарева, О.А. Сапроно // Промышленное и племенное свиноводство. – 2007. – №2. – С. 36–43.

11 Олива, Т.В. Влияние пробиотического препарата на резервы роста, развития и продуктивности птицы / Т.В. Олива // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Серия: Ветеринарные науки. – 2009. – №1 (ч.1). – С. 284–286.

12 Иванова, А.Б. Влияние Ветом 3 на интенсивность роста и сохранность цыплят-бройлеров / А.Б. Иванова. // Современные тенденции развития аграрной науки в России: Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 70-летию НГАУ. Новосибирск. 2006. – С. 214–216.

13 Овчинников, А.А. Влияние сорбентов на продуктивность цыплят – бройлеров /А. Овчинников, П. Карболин // Птицеводство. – 2010. – №5. – С. 21–22.

Псхацеева З.В. - кандидат сельскохозяйственных наук, докторант,
e-mail: zzz-ppp432@mail.ru.

Кауров В.Р. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
e-mail: ggau-dis-zoo@mail.ru.

Булацева С.В. - кандидат сельскохозяйственных наук., доцент,
e-mail: sss-bbb55@mail.ru.

ЭКОЛОГИЯ

МРНТИ 87.15.03, 34.29

К.Р. Утеулин¹, Е.А. Бекешев³, М.К. Амрин³,
Н.В. Курбатова³, О.А. Федорина³, Е.Ю. Степанова³,
Ч.Ж. Алдасугурова³, А.Б. Атыгаев²

¹Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, Казахстан

²Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

³Научно-исследовательский центр «Фарыш-Экология»,
г. Алматы, Казахстан

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ, ВЫРАЩЕННЫХ НА ПОЧВАХ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕСИММЕТРИЧНЫМ ДИМЕТИЛГИДРАЗИНОМ

Аннотация. Проведены сравнительные исследования анатомической структуры вегетативных органов двух дикорастущих видов злаков: *Agropyron fragile* (Roth) Candargy, *Stipa sareptana* A. Beck и полыни: *Artemisia terrae-albae* Krasch, выращенных в течение года на образцах почвы загрязненных НДМГ (10 мг/кг). Цель работы - оценка возможности использования изменений анатомической структуры растений дикорастущих видов для биоиндикации загрязнений среды ракетным топливом - несимметричным диметилгидразином (НДМГ). В результате исследований, установлено увеличение толщины первичной коры корня злаков и стебля полыни с участков загрязненных НДМГ. Фактором, указывающим на накопление НДМГ в корнях злаков *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* и в корне и стебле полыни *Artemisia terrae-albae*, может служить изменение анатомической структуры, в частности увеличение толщины основной паренхимной ткани первичной коры. Изменение толщины запасной паренхимной ткани первичной коры корня злаков *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* и в стебля, побегов полыни *Artemisia terrae-albae* может служить биоиндикатором загрязнений почвы НДМГ.

Ключевые слова: анатомические параметры, НДМГ, *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Artemisia terrae-albae*.

• • •

Түйіндеме. Зерттеулер нәтижесінде дәнді дақылдардың тамыры мен жусанның бастапқы қабығының қалыңдығының АДМГ ластанған учаскелерінен ұлғаюы анықталды. Бұл жұмыстың мақсаты қоршаған ортаны зымыран отыны

Источник финансирования исследований. Республиканская бюджетная программа 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности и информационной безопасности». Научно-технический проект «Исследование природы загрязнения растений несимметричным диметилгидразином и токсичными продуктами его трансформации». Исследование выполнено в 2018-2020 гг.

– асимметриялық диметилгидразинмен (АДМГ) ластануды биоиндикациялау үшін жабайы өсімдіктердің анатомиялық құрылымындағы өзгерістерді пайдалану мүмкіндігін бағалау болды. Дәнді дақылдардың екі жабайы түрінің вегетативті мүшелерінің анатомиялық құрылымына салыстырмалы зерттеулер жүргізілді: *Agropyron fragile* (Roth) Candargy, *Stipa sareptana* A. Beck және жусан: *Artemisia terrae-albae* Krasch, жыл бойы ластанған АДМГ (10 мг/кг) топырақ үлгілерінде өсіріледі. *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* және *Artemisia terrae-albae* жусан тамыры мен сабағында АДМГ жиналуын көрсететін фактор анатомиялық құрылымның өзгеруі, атап айтқанда бастапқы кортекстің негізгі паренхималық тінінің қалыңдығының артуы болуы мүмкін. *Agropyron* нәзік, *Stipa sareptana* шөптері мен сабағындағы бастапқы тамыр қабығының резервтік паренхималық ұлпасының қалыңдығының өзгеруі, жусан *Artemisia terrae-albae* өсімділері топырақтың UDMH-мен ластануының биоиндикаторы бола алады.

Түйінді сөздер: анатомиялық параметрлер, АДМГ, *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Artemisia terrae-albae*.

• • •

Abstract. Findings of the research have established an increase in thickness of primary bark of cereals roots and stems of wormwood from sites contaminated with UDMH. Purpose of this research was to assess possibility of using changes in the anatomical structure of wild species for bioindication of environmental pollution with rocket fuel - unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH). Thickening of primary bark is mainly attributed to an increase in thickness of a main tissue - storage parenchyma. Parenchyma performs a number of functions: assimilation, secretory, support ones and it is involved in gas exchange. In addition, the most important function of parenchyma is accumulation and storage of nutrients (arbohydrides, proteins, oils), water, substances dissolved in water, including pollutants of the environment and plants, for example, herbicides, heavy metals and UDMH. Change in the anatomical structure, in particular, an increase in thickness of the main parenchymal tissue of the root, may be used as a factor indicating accumulation of UDMH in roots of *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* grasses and in root and stem of wormwood *Artemisia terrae-albae*. Changes in the thickness of the spare parenchymal tissue of the primary root cortex of the *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* and in the stem and shoots of *Artemisia terrae-albae* can serve as a bioindicator of soil contamination with UDMH.

Keywords: anatomical parameters, UDMH, *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Artemisia terrae-albae*.

Введение. На сегодняшний день весьма вероятно перспективы использования изменений анатомической структуры растений в качестве биоиндикаторов для выявления загрязнения среды АДМГ. Биоиндикация загрязнений среды более адекватна, так как - это реакция живых организмов. При рассмотрении анатомической структуры корней и стеблей растений, важная роль отводится первичной коре, которая представляет собой периферическую зону стебля и

корня, находящуюся между центральным цилиндром и эпидермой в стебле и между центральным цилиндром и ризодермой в корне. Первичная кора представлена тканями: колленхимой, склеренхимой, фотосинтезирующей и запасающей паренхимой – в стебле и экзодермой, основной, запасающей паренхимой, слоем клеток эндодермы – в корне. Утолщение первичной коры обусловлена в основном утолщением её основной запасающей ткани - запасающей паренхимы. Паренхима выполняет ряд жизненно важных для растительного организма функций: ассимиляционную, секреторную, опорную, участвует в газообмене. Ведущими функциями паренхимы являются запасаение и хранение питательных веществ (углеводы, белки, жиры), воды, растворенных в воде веществ, в том числе веществ-загрязнителей среды и растений, например, гербициды, тяжелые металлы и другие соединения. Обычно запасные вещества накапливаются внутри клетки, но могут откладываться и в клеточной стенке. Местом хранения резервных веществ может быть также паренхима проводящих тканей [1].

Запасающая паренхима образована тонкостенными живыми клетками с хорошо развитыми вакуолями. Как известно, вакуоли удаляют из клетки потенциально токсичные вещества, такие как тяжелые металлы, гербициды [2]. Несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил, 1,1-диметилгидразин) используется в качестве жидкого ракетного топлива в двигателях ракет космического назначения. Падение отработавших ступеней ракетоносителей «Протон» несёт с собой угрозу токсичного загрязнения окружающей среды не-отработанным ракетным топливом и продуктами его трансформации [3-5]. Потенциальная опасность НДМГ для окружающей среды определяется неограниченной растворимостью в воде, высокой летучестью, способностью к миграции, накоплению, стабильностью в почве и растениях. Из почвы НДМГ мигрирует в растения, которые активно его усваивают. НДМГ канцерогенное соединение, относится к первому классу опасности для человека. НДМГ представляет реальную угрозу, идущую по пищевым цепям овощи, фрукты, молоко, мясо животных, проникая в организм человека [6]. В связи с этим актуальны методы оценки загрязнения среды и растений НДМГ. Известные физико-химические методы требуют для анализа большой фитомассы (несколько кг). Актуальны вопросы разработки микрометодов, то есть с использованием небольшой фитомассы (несколько грамм).

Цель работы - оценка возможности использования изменений анатомических структур дикорастущих видов растений для биоиндикации загрязнений среды НДМГ.

Объекты исследований - дикорастущие виды растений: полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae* Krasch.), пырей ломкий или сибирский (*Agropyron fragile* (Roth) Candargy), ковыль сарептский (*Stipa sareptana* A. Beck.), которые были собраны на экспериментальных площадках Института биологии и биотехнологии растений, из искусственно загрязненных НДМГ (10 мг/кг) и контрольных образцах почвы.

Методы исследований. Микроскопические исследования проведены на растительном материале, который был зафиксирован в смеси спирта, глицерина и воды в соотношении 1:1:1. При изготовлении и описании препаратов использовались общепринятые в анатомии растений методы [6-8]. Микроскопические исследования проводили при определении анатомических особенностей корней и стеблей. Анатомические препараты были изготовлены с помощью микротомы с замораживающим устройством ОЛ-3СО (Инмедпром, Россия). Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15 (при объективе x 10, увеличении x 40,10,7). Микрофотографии анатомических срезов были сделаны на микроскопе МС 300 (Micros, Австрия) с видеокамерой САМ V400/1.3М (jProbe, Япония).

Результаты и обсуждение. За отчетный период проведены микроскопические исследования анатомической структуры корней и стеблей растений дикорастущих видов (*Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Artemisia terrae-albae*), выращенных на образцах почвы загрязненных НДМГ (100 ПДК). Загрязнение образцов почвы в горшках было проведено в июне 2019 г. на открытой экспериментальной площадке. Сбор растений для изучения осуществлен в июле 2020 г. Контролем служили растения дикорастущих видов (*Agropyron fragile*, *Stipa sareptana*, *Artemisia terrae-albae*), выращенные параллельно с опытными растениями на образцах почвы незагрязненной НДМГ. Спустя год содержание НДМГ в образцах почвы снижалось значительно. Однако остаточный в образцах почвы НДМГ биоиндексировался. Отмечено увеличение толщины первичной коры корня у растений - злаков и первичной коры стебля у полыни с участков загрязненных НДМГ.

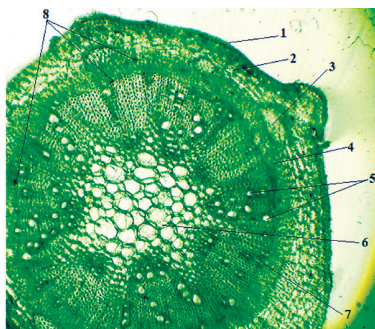
Были получены следующие результаты: на рисунке 1 отражено анатомическое строение корней пырея ломкого (*Agropyron fragile*), с

Основываясь на результатах таблицы 1, следует отметить, что толщина первичной коры у растений с загрязнённого участка наиболее выражена (13,80 мкм), нежели у растений контрольного участка (9,3 мкм), а диаметр центрального цилиндра имеет обратную закономерность, т.е. у растений с загрязнённого участка он меньше (34,3 мкм), чем у растений с контрольного участка (59,3 мкм). В отношении площади элементов ксилемы, можно отметить отклонения с незначительным увеличением ($0,1 \times 10^{-3} \text{мм}^2$) площади сосудов у растений с загрязненного участка. На рисунке 2 отражено анатомическое строение корней ковыля сарептского (*Stipa sareptana*), с загрязненного участка и контрольный образец. Снаружи корень покрыт однослойной эпиблемой, за которой располагаются несколько рядов периферических клеток первичной коры (экзодерма). Количество рядов периферических клеток у растений с загрязнённого участка составляет – 5-7, расположены более рыхло, а в контрольном образце количество рядов меньше – 4-5 и расположены они более плотно и упорядоченно. Следовательно, экзодерма, образуемая из нескольких рядов клеток наиболее выражена у растений с загрязненного участка. Далее расположены клетки запасующей паренхимы первичной коры. Клетки имеют округлую форму, тонкостенные и располагаются идентично, как в первом, так и во втором образцах. Внутренний однорядный слой плотно прилегающих одна к другой клеток первичной коры представлен эндодермой. Её клетки имеют некоторые структурные особенности, которые немного изменены (уплотнены, заужены) у растений загрязнённого участка. Эти изменения уменьшают поступление воды и водных растворов от корневых волосков к центральному цилиндру, выполняя роль физиологического барьера. Центральный цилиндр представлен элементами флоэмы и ксилемы. Отмечено, что в структурах центрального цилиндра встречаются многочисленные клетки механической ткани (склеренхима), которые занимают центральное положение в корне. Анатомические параметры корней представлены в таблице 2.

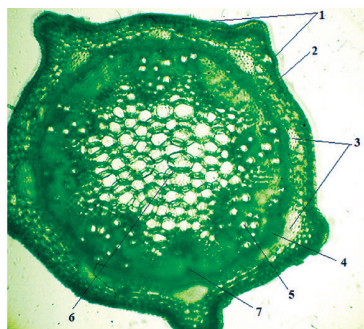
Основываясь на результатах таблицы 2, следует отметить, что толщина первичной коры у растений с загрязнённого участка наиболее выражена (22,40 мкм), нежели у растений контрольного участка (19,8 мкм), та же закономерность отмечена и по диаметру центрального цилиндра у растений с загрязнённого участка – 97,7 мкм и 76,4 мкм с контрольного участка. В отношении площади элементов кси-

проведены микроскопические исследования стебля полыни белоземельной.

На рисунке 4 отражено анатомическое строение стеблей полыни белоземельной, с загрязненного участка и контрольный образец. Стебель снаружи покрыт 2-3-х слойной эпидермой, под которой располагается первичная кора. Снаружи стебель имеет выраженную ребристость, которая в большей степени прослежена в контрольном образце. Наружная поверхность клеток эпидермы утолщена за счёт толстого слоя кутикулы (загрязненный участок). Под эпидермой расположена склеренхима и несколько слоев паренхимных клеток. Механическая ткань представлена группами клеток, которые наиболее чётко прослеживаются в уголках ребристости стеблей. Проводящие пучки – коллатеральные открытые. Между флоэмой и ксилемой располагается непрерывный слой камбия. Количество ксилемных сосудов увеличено и они мельче у растений с загрязненного участка, у растений с контрольного участка количество сосудов ксилемы меньше, но при этом они крупнее и располагаются в более упорядоченном порядке. Флоэма сверху имеет склеренхимную обкладку, состоящую из лубяных волокон. В самом центре стебля расположена сердцевинная паренхима, которая имеет более рыхлую структуру округлых клеток, а на загрязненном участке отмечено, что клетки сердцевинны более мелкие. В структурах стебля, у растений с загрязнённого участка, отмечаются точечные включения. Анатомические параметры стеблей представлены в таблице 4.



загрязнённый участок



контрольный участок

1 – эпидерма, 2 - первичная кора, 3 – участки склеренхимы, 4 - флоэма, 5 – сосуды ксилемы, 6 – сердцевина, 7 – камбий, 8 - включения
Рисунок 4 - Анатомическое строение стебля *Artemisia terrae-albae* (x 70)

**Таблица 4 – Анатомические параметры стебля
Artemisia terrae-albae Krasch**

Участок	Толщина первичной коры, мкм	Диаметр центрального цилиндра, мкм	Площадь ксилемных сосудов, $\times 10^{-3} \text{мм}^2$
Загрязнённый	7,0 \pm 0,4	107,0 \pm 8,2	62,0 \pm 2,3
Контрольный	6,0 \pm 0,2	82,0 \pm 5,5	70,5 \pm 3,1

Основываясь на результатах таблицы 4, следует отметить, что толщина первичной коры стебля у растений с загрязнённого участка наиболее выражена (10,7 мкм), нежели у растений контрольного участка (8,2 мкм), а диаметр центрального цилиндра имеет обратную закономерность, т.е. у растений с загрязнённого участка он меньше (62,04 мкм), чем у растений с контрольного участка (70,46 мкм). В отношении площади элементов ксилемы, можно отметить отклонения с незначительным увеличением ($0,1 \times 10^{-3} \text{мм}^2$) площади сосудов у растений с загрязнённого участка. Таким образом, увеличение толщины первичной коры испытанных дикорастущих видов растений свидетельствует о накоплении НДМГ в паренхимной ткани. Биоиндикатором и фактором накопления НДМГ в корне злаков *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* и в стебле полыни *Artemisia terrae-albae* является анатомический параметр - увеличение толщины запасной паренхимной ткани первичной коры. Так же, можно предположить, что НДМГ, подобно другим соединениям загрязнителей, накапливается в вакуолях клеток паренхимы.

Следовательно, можно сказать, что, каждое растение имеет свой лимит адаптивных возможностей, что зависит от морфологической особенности вида. *Artemisia terrae-albae*, *Agropyron fragile* и *Stipa sareptana* - характеризуются положительной анионогенной биохимической специализацией. Происходят изменения анатомической структуры, как в надземных, так и в подземных вегетативных органах растений. Растения из разных семейств имеют неодинаковую способность аккумулировать химические соединения. Наиболее подверженными анатомическими структурами у изученных растений, как, показывает проведённое исследование являются: проводящие пучки (размеры, количество, площадь), клетки первичной коры (размеры, количество, плотность, толщина, включения), составляющие центрального цилиндра (диаметр, количество механической ткани, её локализация, включения), клетки эпидермиса (увеличиваются толщина, размеры, степень кутинизации). В условиях загрязнения наблюдается уменьшение площади проводящих пучков, размер которых на загрязнённом

участке меньше по сравнению с контрольными вариантами. Увеличение толщины первичной коры свидетельствует об усилении её основных функций: запасание питательных, транспорте веществ из почвы в центральный цилиндр, защите центрального цилиндра.

Следует отметить, что в результате проведенного исследования, было показано, что в ответ на загрязнения НДМГ образцов почвы, увеличивается толщина первичной коры стебля полыни, но не корня. Этот результат свидетельствует о преимущественном накоплении НДМГ в стебле полыни. Данный результат согласуется с литературными данными [9,10] о накоплении НДМГ органами растений полыни (*Artemisia pausiflora*). Согласно литературным данным, содержание НДМГ в надземной части (стебель, побеги, листья) полыни превышает содержание НДМГ в корнях в 6-7,5 раз. В месте падения остаточных частей ступеней ракет содержание НДМГ в надземной части полыни равно 7,5 мг/кг, в корне 1 мг/кг. На расстоянии 70 м от места падения содержание НДМГ в надземной части равно 0,5 мг/кг, в корне 0,08 мг/кг. На расстоянии 20 км от мест падения содержание НДМГ в надземной части равно 0,25 мг/кг, в корне 0,04 мг/кг.

Выводы. Фактором, указывающим на накопление НДМГ в корнях злаков *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* и в корне и стебле полыни *Artemisia terrae-albae*, может служить изменение анатомической структуры, в частности увеличение толщины основной паренхимной ткани первичной коры. Изменение толщины запасной паренхимной ткани первичной коры корня злаков *Agropyron fragile*, *Stipa sareptana* и стебля, побегов полыни *Artemisia terrae-albae* может служить биоиндикатором загрязнений почвы НДМГ.

Список литературы

- 1 Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений.- М: Эдиториал УРСС. 2001. - 528 с.
- 2 Нуржанова А.А. Растения-фиторемедианты казахстанской флоры. Республика Казахстан, Алматы. 2019.-228 с.
- 3 Carlsen L., Kenesso B.N., Batyrbekova S.Y. A QSAR\QSTR on the environmental health impact by the rocket fuel 1.1-dimethyl hydrazine and its transformation products.\\ Environmental Health Insights.- 2008- V. 1, - pp. 11-20; doi:10.4137/EHI.S889.
- 4 Суйменбаев Б.Т., Максим Д.Г., Куликов Ф.А. Экологическая безопасность эксплуатации ракетно-космических комплексов. М.: МАИ. 1997.- 43 с.

5 Carlsen, L.; Kenesova, O.A.; Bатырбекoвa, S.E. A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result of space activities// Chemosphere. 2007- № 6.- pp. 1108–1116.

6 Кондратьев А.Д. Влияние низких концентраций несимметричного диметилгидразина на активные формы кислорода в объектах окружающей среды : Диссертация кандидата химических наук: 03.00.16 Москва. 2005.- 115 с. РГБ ОД, 61:05-2/501.

7 Пермяков А.И. Микротехника.- М.: МГУ. 1988.- С. 11-29.

8 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. - М.: МГУ.. 1960. - 260 с.

9 Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятov А.Г. Справочник по ботанической микротехнике.- М.: МГУ. 2004.- 313 с.

10 Королева Т.В. Ландшафтно-геохимический анализ загрязнений несимметричным диметилгидразином районов падений первых ступеней космических ракет (Центральный Казахстан). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Москва-1995 г. Научный руководитель Н.С. Касимов.

Утеулин К.Р. - доктор биологических наук, e-mail: gen_uteulink@mail.ru

Курбатова Н.В. - кандидат биологических наук,
e-mail: kurbatova_nv77@mail.ru

Степанова Е.Ю. - главный научный сотрудник,
e-mail: stepanova.e@gh-ecology.kz

Федорина О.А. - ведущий научный сотрудник,
e-mail: fedorina.o@gh-ecology.kz

Алдасугурова Ч.Ж. - преподаватель,
e-mail: aldasygyrova.chinar.77@gmail.com

Атыгаев А.Б. - докторант PhD, e-mail: newanuar@gmail.com

К.Р. Утеулин¹, Е.А. Бекешев³, М.К. Амрин³, Н.В. Курбатова²,
О.А. Федорина³, Е.Ю. Степанова³, Ч.Ж. Алдасугурова², А.Б. Атыгаев²

¹Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, Казахстан

²Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

³Научно-исследовательский центр «Фарыш-Экология»,
г. Алматы, Казахстан

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ *AGROPYRON FRAGILE* (ROTH) P. SANDARY, *STIPA SAREPTANA* A. BECK И *ARTEMISIA TERRA - ALBAE* KRASCH В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НЕСИММЕТРИЧНЫМ ДИМЕТИЛГИДРАЗИНОМ

Аннотация. Цель исследований - изучение изменений биометрических показателей растений дикорастущих видов злаков *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski и полыни *Artemisia terrae-albae* Krasch в условиях загрязнений почвы НДМГ, а также обсуждение вопросов о возможности регуляции азотного питания растений внесением в почву НДМГ. Относительно контроля, установлено увеличение общей массы надземной части растений дикорастущих видов злаков *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski и полыни *Artemisia terrae-albae* Krasch, выращенных в течение года на образцах почвы, загрязненных несимметричным диметилгидразином (НДМГ) в дозе 10 мг/кг. Внесенный НДМГ (азотсодержащее соединение) в почву, окисляется кислородом до азота, азот фиксируется бактериями, восстанавливается нитрогеназой до аммиака. Аммиак усваивается растениями с образованием низкомолекулярных (аминокислоты, амиды и азотистые основания) и высокомолекулярных (белки, нуклеиновые кислоты) органических форм азота. Действие НДМГ на растения двояко.

Ключевые слова: *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisia terrae-albae* Krasch, НДМГ, биометрические показатели, азотные удобрения.

• • •

Түйіндеме. Зерттеудің мақсаты – топырақтың АДМГ ластануы жағдайында *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisia terrae-albae* Krasch дәнді дақылдардың жабайы түрлерінің биометриялық көрсеткіштері-

Источник финансирования исследований. Республиканская бюджетная программа 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности и информационной безопасности». Научно-технический проект «Исследование природы загрязнения растений несимметричным диметилгидразином и токсичными продуктами его трансформации». Исследование выполнено в 2018-2020 гг.

нің өзгеруін зерттеу. Топыраққа АДМГ енгізу арқылы өсімдіктердің азотты қоректенуін реттеу мүмкіндігі туралы мәселелерді талқылау. Бақылауға қатысты, 10 мг/кг дозада асимметриялық диметилгидразинмен (АДМГ) ластанған топырақ үлгілерінде жыл бойы өсірілген *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski және *Artemisia terrae-albae* Krasch дәнді дақылдардың жабайы түрлерінің өсімдіктерінің жер үсті бөлігінің жалпы массасының ұлғаюы анықталды. Топыраққа енгізілген АДМГ (құрамында азот бар қосылыс) азотқа оттегімен тотығады, азот бактериялармен бекітіліп, нитрогеназбен аммиаққа дейін азаяды. Аммиакты өсімдіктер аз молекулалы (аминқышқылдары, амидтер және азотты негіздер) және азоттың жоғары молекулалы (ақуыздар, нуклеин қышқылдары) органикалық формаларын қалыптастыру үшін сіңіреді. АДМГ өсімдіктерге әсері екі түрлі болып келеді.

Түйінді сөздер: *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisia terrae-albae* Krasch, АДМГ, биометриялық көрсеткіштер, азоттық тыңайтқыштар.

• • •

Abstract. Purpose of the research was to study changes in biometric indicators in wild species of cereals *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisia terrae-albae* Krasch in conditions of soil contamination with UDMH. Discussion of issues concerning possibility of regulating nitrogen nutrition in plants through UDMH introduction into soil. With respect to control, an increase in a total mass of aerial parts of wild cereal species *Stipasareptana* A. Beck, *Agropyronfragile* (Roth) Nevski and wormwood *Artemisiaterrae-albae* Krasch cultivated for a year on soil samples contaminated with unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH) in a dose of 10 mg per kg was established. Similar changes in biometric parameters (enhanced sprout formation) of cereal and wormwood plants are caused by introduction of nitrogen fertilizers or UDMH into soil samples. UDMH improves nitrogen nutrition of plants according to the scheme. Ammonia is absorbed by plants to form low molecular (amino acids, amides and nitrogenous bases) and high molecular (proteins, nucleic acids) organic nitrogen forms. Effect of UDMH on plants is ambivalent.

Keywords: *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisiaterrae-albae* Krasch, UDMH, biometrical parameters, nitrogen fertilizers.

Введение. Несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил, 1,1-диметилгидразин) используется в качестве жидкого ракетного топлива в космических, ракетных системах на космодроме Байконур. Падение первых и вторых ступеней ракет, запущенных с космодрома сопровождаются загрязнением неотработанным ракетным топливом окружающей среды и, прежде всего почвы. Опасность НДМГ определяется неограниченной растворимостью в воде, высокой летучестью, способностью к переносу и накоплению, стабильностью в почве и растениях, а

также присутствием токсичных продуктов его окисления. НДМГ включен в пищевые цепочки: растения, как корм для скота → продукты питания для человека → человек, и представляет реальную угрозу здоровью человека. НДМГ классифицирован, как токсичное соединение первой степени опасности для человека. Исследования показали высокую устойчивость высших растений к загрязнениям почвы НДМГ. По данным исследований Пановой Г.Г (1997) загрязнение почвы НДМГ оказывает влияние на растения, вызывая изменения на всех уровнях их организации в течение длительного времени. По степени нагрузки на растения и сопутствующую биоту концентрации НДМГ в почве можно отнести к низким - менее 0.1 г/кг, умеренным - 1,0, 2,5 и 5,0 г/кг, высоким - 10-50 г/кг и очень высоким - 100 г/кг почвы. При низких уровнях содержания в почве НДМГ наблюдается стимуляция роста, развития, увеличение продуктивности растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, при умеренных - кратковременное замедление роста и развития, снижение некоторых показателей продуктивности, в дальнейшем сменяющееся их повышением. При высоких уровнях загрязнения почвы отмечается значительное замедление развития и снижение большинства показателей роста и продуктивности растений. При максимальной концентрации НДМГ в почве растения погибают.

Результат воздействия НДМГ в умеренных и высоких дозах на растения сходен с наблюдаемым при избытке азота в почве. Проведённые микробиологические исследования показали, что НДМГ вызывает значительные изменения в численности и групповом составе микроорганизмов. В начальные сроки воздействия поллютанта направленность изменений определяется уровнем загрязнения почвы. Численность микроорганизмов различных физиологических и таксономических групп в почвах относительно контроля повышается при загрязнении их НДМГ в концентрациях 1,0; 2,5 и 5,0 г/кг и снижается с увеличением уровня загрязнения от 10 до 100 г/кг. Увеличение численности микроорганизмов в загрязнённых вариантах свидетельствует об активной трансформации НДМГ и использовании его в метаболизме биоты. В почве с НДМГ также высока численность олигонитрофильных бактерий, увеличивается количество денитрифицирующих и азотфиксирую-

щих микроорганизмов [1]. Известно, что загрязнение почвы НДМГ вызывает изменения анатомо-морфологических параметров дикорастущих видов растений Центрального Казахстана [2,3].

Цель исследований - изучение изменений биометрических показателей растений дикорастущих видов злаков *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski, *Artemisia terrae-albae* Krasch в условиях загрязнений почвы НДМГ. Обсуждение вопросов о возможности регуляции азотного питания растений внесением в почву НДМГ.

Объекты исследований. Растения дикорастущих видов растений: пырей ломкий или сибирский (*Agropyron fragile* (Roth) Caprgy.), ковыль сарептский (*Stipa sareptana* A. Beck) и полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae* Krasch.), были собраны на экспериментальных площадках Института биологии и биотехнологии растений, из искусственно загрязненных НДМГ (10 мг/кг) и контрольных образцах почвы.

Методы исследований. Использованы образцы почвы трассы падения ступеней ракет Центрально Казахстана. Супесчаная серо-бурая почва характеризуется низким содержанием гумуса (0,42 %) и низкой емкостью поглощения (11,70 мг/экв. на 100 г). Растения дикорастущих видов растений выращивали в течение года в горшках на образцах супесчаной серо-булой почвы с внесенным НДМГ (10 мг/кг). Паралельно выращивали контрольные сеянцы растений на образцах почвы без внесения НДМГ. Определяли следующие биометрические показатели: общий вес растения (грамм), вес одного листа, количество листьев, количество побегов, общий вес листьев, побегов, длина листа, ширина листа, площадь одного листа см², вес корня, длина корня. Результаты исследований статистически обработаны [4].

Результаты и обсуждение. В июне 2019 г. в образцы супесчаной почвы в горшках на открытом экспериментальном участке внесен НДМГ с содержанием 10 мг/кг почвы. В контрольных и опытных образцах почвы выращивали растения дикорастущих видов злаков: *Agropyron fragile* (рисунок 1), *Stipa sareptana* (рисунок 2) и полыни *Artemisia terrae-albae* (рисунок 3).

В июле 2020 г. проведена морфо-биометрическая оценка данных растений. Результаты исследований представлены в таблицах 1-3.

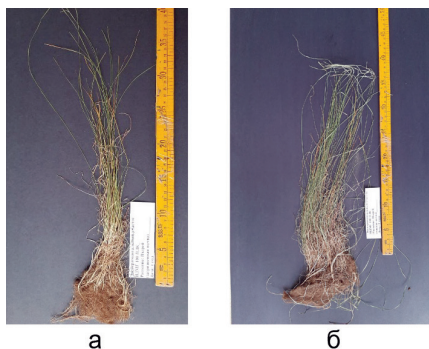


Рисунок 1 - Контрольные (а) и опытные (б) образцы растений *Agropyron fragile*, выращенные на образцах почвы с внесенным НДМГ (10 мг/кг)

Таблица 1 - Биометрические показатели злака - *Agropyron fragile* (Roth) Nevski

Биометрические показатели	Первый год после загрязнения	
	Контроль	Опыт. НДМГ 10 мг/кг.
Общий вес растения, г	40±4	52±5
Вес листьев, г	30±2	36±2
Количество листьев, шт.	25±6	40±4
Вес одного листа, г	1,2±0,1	0,9±0,1
Длина листа, см	35±4	35±3
Ширина листа, см	0,22±0,01	0,20±0,01
Площадь одного листа, см ²	7,7±1,2	7,0±1,1
Мочковатая корневая система	10±4	16±5
Вес корня, г		

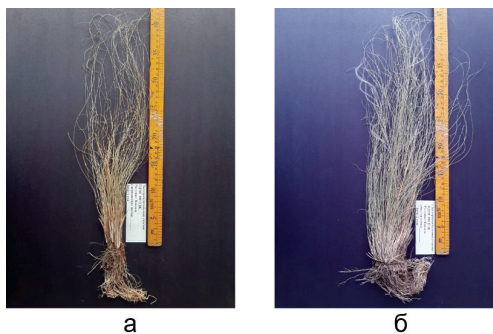


Рисунок 2 - Контрольные (а) и опытные (б) образцы растений *Stipa sareptana* А. Векс, выращенные на образцах почвы с внесенным НДМГ (10 мг/кг)

Таблица 2 - Биометрические показатели злака - *Stipa sareptana* A. Beck

Биометрические показатели	Первый год после загрязнения	
	Контроль	Опыт. НДМГ 10 мг/кг
Общий вес растения, г	38±4	53±4
Вес листьев, г	25±3	33±2
Количество листьев, шт.	28±5	47±5
Вес одного листа, г	0,91±0,05	0,72±0,05
Длина листа, см	45±4	45±5
Ширина листа, см	0,21±0,01	0,17±0,01
Площадь одного листа, см ²	9,5±1,1	7,7±0,9
Мочковатая корневая система	13±4	20±4
Вес корня, г		

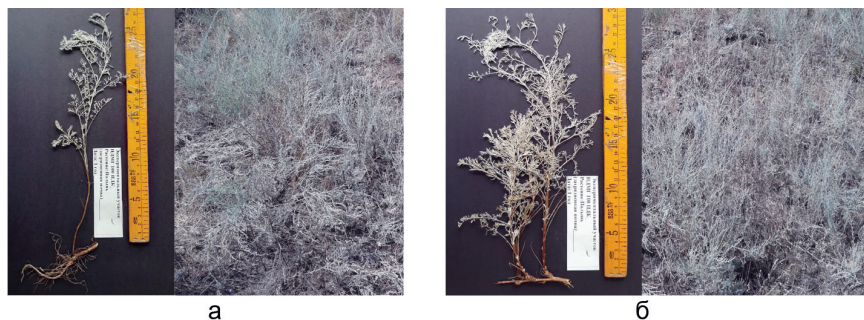


Рисунок 3 - Контрольные (а) и опытные (б) образцы побегов растений *Artemisia terrae-albae* Krasch, выращенные на образцах почвы с внесенным НДМГ (10 мг/кг)

Таблица 3 - Биометрические показатели полыни - *Artemisia terrae-albae* Krasch

Полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae* Krasch)

Биометрические показатели	Первый год после загрязнения	
	Контроль	Опыт. НДМГ 10 мг/кг
Общий вес растения, г	45±5	62±4
Общий вес побегов с листьями, г	24±2	32±2
Количество побегов	13±1	19±1
Корень ветвистый, стержневой, см	35±4	47±5
Вес корня, г	21±3	30±3

Согласно, представленным в таблицах 1-3 результатам исследований, на образцах почвы, загрязненных НДМГ, увеличены следующие биометрические параметры испытанных растений: общий вес растения, вес надземной части и корня, количество листьев злаков

и количество побегов с листьями полыни. Изменения количественных показателей статистически достоверно при $P < 0,05$. Сходные изменения биометрических показателей растений злаков и полыни вызывает внесение в образцы почвы азотных удобрений. Так, Кожевиной М.Н., Скудаевой Е.А., Темеревой И.В. (2015) показано, что при внесении азотных удобрений в почву урожайность полыни гладкой (*Artemisia glabella* Kar. et Kir) определяется в большей степени интенсивностью побегообразования [5]. По данным Н.Г. Андреева и В.А. Савицкой (1988) внесение азотного удобрения и увеличение его нормы способствует интенсивному побегообразованию и повышению продуктивного долголетия многолетнего злака Костёр безостый (*Bromus inermis*) [6]. Усиление побегообразования и рост корневой системы многолетних трав при внесении азотных удобрений отмечен Н.С. Ющенко (1976) [7]. Вероятно, НДМГ улучшает азотное питание растений по схеме. Внесенный НДМГ (азотсодержащее соединение) в супесчаную почву, окисляется кислородом до диметилметиленигидразина (ДММГ), воды и азота. Окисление протекает по схеме: $3(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{NH}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ [8,9]. Супесчаные почвы Центрального Казахстана (зоны коридора падения ступеней ракетносителя) хорошо аэрированы и поэтому очевидно, что процесс окисления НДМГ кислородом с образованием молекулярного азота имеет место. Почвенный азот восстанавливается нитрогеназой до аммиака в азотфиксирующих бактериях. Аммиак в свою очередь усваивается растениями с образованием низкомолекулярных (аминокислоты, амиды и азотистые основания) и высокомолекулярных (белки, нуклеиновые кислоты) органических форм азота. Органические формы азота попадают в почву с растительными остатками и переводятся гетеротрофными микроорганизмами в аммиак (NH_3) и аммоний (NH_4^+). В бактериях аммиак окисляется кислородом до нитритов NO_2^- и затем до нитратов NO_3^- .

Благодаря жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий массы газообразного аммиака, образующегося в процессе аммонификации, фиксируются в нитраты, которые являются источником питания для растений. Таким образом, растительные клетки в своем составе имеют три фракции веществ, содержащих азот: неорганический азот (NO_3^- и NH_4^+), низкомолекулярные (аминокислоты, амиды, азотистые основания) и высокомолекулярные (белки, нуклеиновые кислоты) органические формы азота, находящиеся в определенном равновесии между собой. Азот, поглощенный

в аммонийной форме (NH_4^+) ассимилируется в корневой системе и поступает в надземные части в виде аминокислот и амидов. В условиях нитратного питания ассимиляция (NO_3^-) осуществляется в листьях растений. В этом случае акцепторами выступают первичные продукты фотосинтеза и фотодыхания, больше синтезируются сложные и ароматические аминокислоты [10]. Следует отметить, что наряду с увеличением общей массы листьев отмечено уменьшение ширины и площади одного листа злаков: *Stipa sareptana* A. Beck и *Agropyron fragile* (Roth) Nevski (таблица 1-2). Уменьшение этих биометрических показателей тестируют ксерофитизацию листьев, снижение транспирации и газообмена. Вероятно НДМГ, как летучее соединение оказывает токсичное действие на листья, наряду с усилением поступления форм азота через корень растений.

Заключение. Согласно результатам исследований настоящей работы внесение в супесчанную серо-бурую почву НДМГ в дозе 10 мг/кг оказывает положительное влияние на ряд биометрических показателей растений дикорастущих видов. Относительно контроля, установлено усиление побегообразования, увеличение общей массы надземной части растений дикорастущих видов злаков *Stipa sareptana* A. Beck, *Agropyron fragile* (Roth) Nevski и полыни *Artemisia terrae-albae* Krasch выращенных в течение года на образцах почвы, загрязненных несимметричным диметилгидразином (НДМГ) в дозе 10 мг/кг. Сходные изменения биометрических показателей (усиление побегообразования) растений злаков и полыни вызывает внесение в образцы почвы азотных удобрений. НДМГ улучшает азотное питание растений по схеме. Внесённый НДМГ (азотсодержащее соединение) в почву, окисляется кислородом до азота, азот фиксируется бактериями, восстанавливается нитрогеназой до аммиака. Аммиак усваивается растениями с образованием низкомолекулярных (аминокислоты, амиды и азотистые основания) и высокомолекулярных (белки, нуклеиновые кислоты) органических форм азота. НДМГ, внесённый в почву, является источником азота. Следует отметить, что наряду с увеличением общей массы листьев отмечено уменьшение площади одного листа до 8,1 см² против контроля 9,0 см² злака *Stipa sareptana* A. Beck и 6,7 см² против 7,0 см² злака *Agropyron fragile* (Roth) Nevski. Уменьшение этих биометрических показателей тестируют ксерофитизацию листьев. Действие НДМГ на растения

двойко. С одной стороны НДМГ- это летучее соединение, трансформируется из почвы в воздух оказывает токсичное действие на листья, вызывает их ксерофитизацию (уменьшает ширину и площадь листа, снижает транспирацию и газообмен). С другой стороны НДМГ - источник азота в почве, усиливает азотное питания растений, увеличивает количество и массу листьев и побегов и этим компенсирует ксерофитизацию и более того увеличивает урожай листьев и побегов. Фактором накопления НДМГ в растениях является увеличение побегообразования, массы растений в силу усиления азотного обмена растения внесенным в почву азотсодержащим соединением НДМГ.

Список литературы

1 *Панова Г. Г.* Влияние компонентов ракетного топлива на почвенно-растительную систему. 06.01.14- агрофизика. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт-Петербург. 1997.

2 *Агапов О.А., Федорина О.А., Атыгаев А.Б., Утеулин К.Р., Жексенбай А., Казкеев Д., Алдасугурова Ч.Ж., Курбатова Н.В.* Влияние несимметричного диметилгидразина на всхожесть семян, рост и анатомические параметры проростков дикорастущих видов растений. // *Новости науки Казахстана.* 2019-№ 1 (139).- С.210-222.

3 *Утеулин К.Р., Агапов О.А., Федорина О.А., Атагаев А.Б., Ахтаева Н.З.* Влияние несимметричного диметилгидразина на анатомические параметры злаков в условиях эксперимента. // *Новости науки Казахстана.* 2019- № 4 (142).- С.45-54.

4 *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. М.Колос, 1973. 327 с.

5 *Кожевина М.Н., Скудаева Е.А., Темерева И.В.* Влияние удобрений на биометрические показатели полыни гладкой // *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ.* - 2015. -№1(1) апрель-июнь. – URL <http://e-journal.omgau.ru/index.php/2015-god/1/16-statya/51-00003>

6 *Андреев Н.Г., Савицкая В.А.* - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 184 с.

7 *Ущенко Н. С.* Влияние доз азота на урожай многолетних трав на лиманах . Алма-Ата : Кайнар, 1976. – 237 с.

8 *Ушакова В.Г., Шпигун О.Н., Старьгин О.И.* Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды // *Ползуновский вестник.* 2004. – № 4. – С. 177 – 184.

9 *Тулупов П.Е., Колесников С.В., Кирюхин В.П.* Химические превращения несимметричного диметилгидразина в атмосфере воз-

духа и идентификация их продуктов. // Загрязнение атмосферы и почвы. Труды IV всесоюзного совещания. 1991 – М.: Гидрометеоиздат. – С. 87-101.

10 *Полевой В.В.* Физиология растений. Москва. Высшая школа, 1989.- 464 с.

Утеулин К.Р. - доктор биологических наук, e-mail: gen_uteulink@mail.ru

Курбатова Н.В. - кандидат биологических наук,

e-mail: kurbatova_nv77@mail.ru

Степанова Е.Ю. - главный научный сотрудник,

e-mail stepanova.e@gh-ecology.kz

Федорина О.А. - ведущий научный сотрудник,

e-mail fedorina.o@gh-ecology.kz

Алдасугурова Ч.Ж. - преподаватель,

e-mail: aldasygyrova.chinar.77@gmail.com

Атыгаев А.Б. - докторант PhD, e-mail: newanuar@gmail.com

Н.Б. Садырмекова¹, А.У. Ерсеитова¹, А.М.Есиркепова²

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

²М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан

ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУДАҒЫ ЖАПОН ЕЛІНІҢ ТӘЖІРИБЕСІ

Түйіндеме. Мақалада Жапонияда өнеркәсіптік қатты қалдықтарды пайдалану талданады. Тізімде көрсетілген қалдықтарды пайдалануға жауапты Үкіметтік органдардың нормативті-құқықтық базасы оның негізгі мазмұны болып табылады. Сонымен қатар, мақалада қалдықтардың айналысы саласындағы мемлекеттік реттеудің негізгі құралдары келтірілген: рециклинг, қаржылық көмек және салықтық жеңілдіктер, қалдық шығармайтын экоқалалар мен қайталама шикізат биржаларын құру. Жапонияның ресурс үнемдеуге бағытталған мемлекеттік саясаты өндірістік қалдықтардың айналысын ықшамдау жұмыстарына кәсіпорындарды кеңінен тартуға, сонымен қатар кәсіпкерлердің өздерін қалдықтар шығарып, қоршаған ортаның ахуалына жағымсыз әсер ететінін түсінуіне негізделген.

Түйінді сөздер: қалдықтарды басқару, қалдықтарды кәдеге жарату, қайталама ресурстар, экоқалалар, қайталама шикізат биржасы, несиелер, салықтық жеңілдіктер.

• • •

Аннотация. В статье анализируется опыт Японии в использовании промышленных отходов, основное содержание которого заключается в нормативно-правовой базе, в перечне основных Правительственных органов, ответственных за использование отходов, а также приведены основные инструменты государственного регулирования в области обращения с отходами: рециклинг, финансовая помощь и налоговые льготы, создание экогородов с нулевым выходом отходов и биржи вторичного сырья. Государственная политика Японии, направленная на ресурсосбережение, основана на широком вовлечении предприятий в работу по оптимизации оборота промышленных отходов, а также понимании самих предпринимателей негативно сказывается на состоянии окружающей среды.

Ключевые слова: управление отходами, рециклинг, утилизация отходов, вторичные ресурсы, экогорода, биржа вторичного сырья, кредиты, налоговые льготы.

• • •

Abstract. The article analyzes the experience of Japan in the use of industrial waste, the main content of which is in the regulatory framework of the main Government bodies responsible for the use of waste, as well as the main instruments

of state regulation in the field of waste management: recycling, financial assistance and tax incentives, the creation of eco-cities with zero waste yield and secondary exchanges. Japan's public policy aimed at resource-saving is based on the broad involvement of enterprises in the work to reduce the circulation of industrial waste, as well as the awareness within entrepreneur communities that waste extraction has a negative impact on the state of the environment.

Keywords: waste management, recycling, waste disposal, secondary resources, eco-cities, exchange of secondary raw materials, credits, tax benefits.

Кіріспе. Қазіргі таңда өндірістердің қатты қалдықтарын пайдалану бойынша Жапондық өнеркәсіп әлемдегі ең прогрессивті болып саналады. Оның бірнеше себептері бар: біріншіден, ел аумағының шағындығы, екіншіден, халықтың өте тығыз орналасуы, үшіншіден, табиғи ресурстардың тапшылығы. Жапония елінің жер аумағы 377,8 мың шаршы километрді құрайды, халқының саны - 128 миллион адам, ал халқының орналасу тығыздығы - 1 км² -ге 339,0 адам. Жағдайды қиындатып отырған тағы бір жағдай, Жапонияның жер аумағының шағындығынан туындаған жер учаскелерінің тапшылығы жағдайында біршама жер учаскелері қалдықтардың үлкен көлемі жинақталып қалуы себебінен өмір сүруге немесе шаруашылық жүргізуге жарамсыз болып қалуында [1].

Зерттеудің мақсаты - Жапонияның өндірістік қалдықтарды пайдалану тәжірибесін зерттеу.

Зерттеу әдістері. Қалдықтарды басқару мәселелерімен айналысатын Жапонияның негізгі органдарын шақырыңыз, елдің нормативтік-құқықтық базасын және қалдықтарды өңдеудің негізгі заңын - қайта өңдеуді зерттеңіз. Зерттеу нәтижелері. Өнеркәсіптік қалдықтарды басқаруда Жапония ұстанатын негізгі принцип - ол табиғи ресурстарды үнемдеу және қалдықтарды қайтара циклдану (рециклдеу), яғни кәсіпорындардың қажеттіліктеріне сәйкес қайталама ресурстар деңгейіне жеткізуге немесе тікелей, немесе басқаша қолданылатын қайталама материалдар деңгейіне жеткізуге бағытталған іс-әрекеттердің кешені. Жапониядағы қалдықтармен айналыс жасаудың нормативтік-құқықтық базасы төмендегідей:

- Қоршаған ортаны қорғау туралы Негізгі заң (1967 ж.);
- Қалдықтарды өңдеу және тазалау туралы Заң. Жергілікті деңгейде қалдықтарды жоюдың тәртібі туралы Жалпы Ережелер бекітілген; қауіпті қалдықтарды тасымалдауға рұқсат алудың процедуралары орнатылған (1970 ж.);

- Қайталама ресурстарды пайдалануды ынталандыру туралы Заң. Бұл құжат үкіметке және жергілікті басқару органдарына қайталама ресурстарды кәдеге жаратуды жеделдету бойынша бағдарламаларды міндетті қаржыландыру функциясын жүктейді (1991 ж.).

- Ресурстарды қайтара пайдалану туралы Заң. Оның негізгі мазмұны - қалыптасу көзі мен рециклдеуге қабілеті бойынша қалдықтардың санаттарын анықтау (1993);

- Қайталама ресурстарды пайдалануды ынталандыру туралы Заң. Бұл құжатта қайталама ресурстар ретінде қайталама ресурстар ретінде қалдықтарды рециклдеу тұжынамасы қалыптастырылған және «өндірісшілердің кеңейтілген жауапкершілігі» принципі бекіліген (1993 ж.);

- Өнеркәсіптік және коммерциялық мекемелердің буып-түю материалдарының қалдықтары туралы Заң. Буып-түю материалдарының қалдықтары 19 түрге ажыратылған (1995 ж.);

- Тұрақты материалдық циклы бар қоғам құру туралы Іргелі Заң (2001 ж) [1,2]; және тағы басқалары.

Қалдықтарды пайдалану мәселелерімен келесі негізгі органдар шұғылданады:

Қоршаған орта бойынша басқарма (1971 ж.); «Жапонияның таза суы үшін» Үкіметтік орталығы (1973 ж.); Өнеркәсіптік қалдықтардың бүкілжапондық Федерациясы (1978 ж.); Қолданылмай жатқан ресурстарды игеру бойынша Жапония ассоциациясы (1980 ж);

- Экономика министрлігі, Сыртқы сауда және өнеркәсіп министрлігі, Қоршаған орта министрлігі.

Қолданылмай жатқан ресурстарды игеру бойынша Жапония ассоциациясы және Өнеркәсіптік қалдықтардың Бүкілжапондық Федерациясы қалдықтар мен өнеркәсіптік өндірістің қосалқы өнімдерін максималды кәдеге жаратуға, қолданыстан шығарылған жабдықтар мен материалдарды өндірістерде қайтара қолдануға көмектесіп отырады. Өндіріске ресурстарды тарту тиімділігі көп жағдайда осы мекемелерге байланысты. Жапонияда қайтарма ресурстарды пайдалуды ынталандыру туралы Заң кәсіпорындарға өнеркәсіптік және тұрмыстық қалдықтарды жинақтау мен қайтара өңдеу бойынша жауапкершілік жүктейді, яғни қалдықтардың қалыптасу көздері бойынша. Бұл ретте мемлекеттің ролі төмендейді. Мемлекет қалдықтарды жинау мен қайтара өңдеу процесіне қатысушылардың бәрінің қызметтерін үйлестіріп отырады. Осы мақсат-

та ол үкіметтік әртүрлі орталық органдар мен мемлекеттік қаржылауды қалдықтарды қайтара өңдеу бойынша зерттеулер жүргізуге пайдаланады [3]. Мысалы, «Шикізатты қайтара пайдаланудың технологиялық жүйесі» ірі көлемді жобасы жасалған болатын. Бұл жобаның негізгі бағыттары келесілер: қалдықтарды төменгі температуралық ұсақтаудың технологиялары жасалған; қалдықтарды фракцияларға ажырату; пиролиз тәсілі арқылы қалдықтарды жіктеу; қалдықтарды өрттеу және жерге көму тәсілдерін қалдықтарды мүмкіндігінше толық қайтара өңдеу жүйесімен алмастыру қарастырылған.

Мұндай жобаны жасау елде бұрын қайтарма шикізаттардың жекеленген түрлерімен шұғылданып жүрген көптеген ғылыми-зерттеу мекемелерінің ашылуын талап етті. Мысалы, 1971 ж. пластмассалар қалдықтарын өңдеу бойынша ашылған Институттың негізгі қызметі полимерлі материалдардың өндірісінде өндіріс қалдықтарын пайдалану және тұтынумен байланысты болды. Ғылыми-зерттеу мекемелерінің орындаған жұмыстары және оларды өндіріске өндірудің арқасында 1986 жылы өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату 49,5%, құрады, соның ішінде металлургиялық қалдықтарды -98,7%, текстиль өндірісінің қалдықтарын -53,8%, домна шлактарын - 60,3% және т.б.

Қалдықтарды қайтара шикізат ретінде пайдалану және басты шикізаттарды солармен алмастыру негізгі өндірістерде қоршаған ортаны ластауды азайтады. Мысалы, болатты 1 тоннасын өндіру басқы шикізатты балқытумен салыстырғанда оны темір сынықтарымен өндірген кезде ауаны ластау 86 %-ға қысқарады, суды ластау - 76 %-ға, ал қатты қалдықтар 97%-ға төмендейді. Қағазды басқа шикізат арқылы өндірумен салыстырғанда, оны макулатурадан өндіру кезінде ауаны ластау 73 %-ға, суды ластау -25 %-ға, ал қатты қалдықтардың саны - 39 %-ға азаяды. Одан басқа, қайтарма алюминийдің әрбір тоннасын пайдалану негізгі шикізаттың және қосалқы материалдардың 5 тоннасынан астамын алмастырады. Макулатурадан 1 тонна қағаз және картон өндіру ағаштың 4, 7 - 5,6 м 3-ін үнемдеуге қол жеткізеді. Қайтарма шикізаттан алюминий, болат және қағаз өндіру бастапқы шикізатпен өндіріске қарағанда энергияны тиесесінше 97; 74 және 70% үнемдеуге мүмкіндік береді, боксидтердің, орман материалдарының, металлургия рудасының, мұнайдың және газдың импортын қысқартуға мүмкіндік алып береді [4]. Басқа факторлармен қатар ресурстарды рециклингтеу са-

ласында Жапонияда қол жеткен жетістіктер салыстырмалы қысқа мерзім аралығында шикізат жеткізу импорты мен энергия тасымалдаудың импортын қысқартуға мүмкіндік алып берді [5].

Нәтижені талқылау. Жапонияда қалыптасқан пікірге сәйкес, ресурстарды рециклдеу жалпы алғанда келесі бағыттарда жүргізілуде:

1) өндірістердің тұйық циклын жасау (мұндай типтегі жүйелер өндірістердің ең перспективті типі болып табылады);

2) мақсаты өзгеріссіз қалдықтарды қайтара қосымша өңдеместен пайдалану;

3) бастапқы өнімді жасау үшін шикізат ретінде қалдықтарды кәдеге жарату (мысалы, қағаз өндіру үшін макулатураны, болат балқыту үшін металл сынықтарын пайдалану);

4) сапалы жаңа өнім алу үшін қалдықтарды шикізат ретінде пайдалану (мысалы, қалдықтарды өрттеуді жылу энергиясын алу көзі ретінде, немесе шіріту арқылы тыңайтқыштарды алу);

5) үйінді аумақтарын, жолдар, дамбалар, үйінділер салу барысында қалдықтарды ақырғы пайдалану [6].

Кейінгі жылдары Жапонияда рециклдеу технологияларын дамытумен қатар қоршаған орта мен табиғи ресурстардың мәселелерін болашақта шешуге көмектесетін экономикалық және әлеуметтік жүйелерді құру қажеттілігі өткір талқылана бастады. Сондықтан 2001 жылы «Тұрақты материалдық циклы бар қоғам құрудың Іргелі Заңы» қабылданды. Ол заң ұлттық халықтық-шаруашылықтық жоспарлаудың негізіне айналды. Бұл заң бастапқы және қайтарма ресурстарды басқарудың жаңа үлгісінің шеңберін анықтайды. Заңның мақсаты - қоғамда материалдық ағындарды ресур үнемдеушілік реттеу (жаппай сұраныстағы тауарлардың өндірісі мен тұтынуының, тұтыну қалдықтарының және тұрғын халықтың өмір сүру укладының дәстүрлі үлгілерін қайта қарастыру негізінде) және бастапқы ресурстарды пайдалануды азайту мен қоршаған ортаға кері әсер жасауды төмендетуге негізделген экономикалық үлгі құру. Заңға келесі нормалар ендірілген: тұтыну құндылықтарына қарамастан, өнімдердің қалдықтарға айналуына жол бермейтін іс-шараларды қабылдау қажеттілігі; қалыптасқан қалдықтардың пайдалылығын есепке алу және оларды қайтарма ресурстар ретінде пайдалану (рециклинг, қайтара пайдалану, энергия шығару); материалдық циклдың объектісі бола алатын қалдықтарды залалсыздандыру және орналастыру [7]. Аталған заң қалдықтар

айналысы саласында мемлекеттік саясаттың екі негізгі принципін бекітеді: «ластаушы төлейді» және «өндірісшінің кеңейтілген жауапкершілігі». Бірінші принципке сәйкес қалдықтар айналысы барысында экологиялық зардаптардың қысқаруына жауапкершілік қалдықтарды тікелей өндірушілерге жүктеледі; өнеркәсіп кәсіпорындарына, муниципалитеттерге және азаматтарға. Екінші принцип қалдықтар өндірушілердің жауапкершіліктерін кеңейтті. Олар қалдықтарды кәдеге жаратуға, аралық қайтара өңдеуге және тауарлар мен өнімдерді өмірлік циклдарының соңында орналастыруға толық жауапкершілік жасайды. Заң компанияларды кәдеге жаратуға ыңғайлы бұйымдарды жасауға және материалдарды таңдауға, оларды кәдеге жаратудың тәсілдері туралы ақпарат беріп отыруды міндеттейді, соныменқатар өнімді тиеселі таңбамен белгілеуді талап етеді. қазіргі таңда осы Заңның арқасында Жапон өнеркәсібінде қалдықтарды кәдеге жарату 80 %-дан асты [8].

1975 ж. сыртқы сауда және өнеркәсіп министрлігіне бағынатын «Таза Жапония үшін» орталық құрылған болатын. Осы орталық арқылы Жапонияның Экономика министрлігі нольдік қалдықты экоқалалар құру бойынша тәжірибелік компанияны бастаған болатын. Экоқалалар тұжынамасының негізіне техногендік материалдарды рециклдеу принципі алынды. Қалаларда пайда болатын барлық қайтарма материалдар мен қалдықтар оларды өндіруші кәсіпорындарда қайтара өңделуі, немесе басқа салаларда шикізат ретінде пайдаланылуы тиісті болды. Міне сондықтан АҚШ-тағы сияқты Жапонияда бастапқы шикізатқа қайтарма шикізаттарды қосудың нормалары бекітілді. Ақырғы өнімнің сапалық көрсеткіштерін қолдап отыру қалдықтардың өзіне де, оларды қайтара өңдеу өнімдеріне де мемлекеттік стандарттарды өндіру арқылы қол жеткізіледі. Бұл қалдықтарды жинақтауды, қайтара өңдеуді және қайтарма ресурстарды сатуды жеңілдетеді.

Жапонияның Экономика министрлігі нольдік қалдықты экоқалалар құру бойынша тәжірибелік іс-шараларды жүзеге асырып көрді. Экоқалалар тұжырымдамасы техногендік материалдарды ғаламдық қайта өңдеу қағидасына негізделген. Қалаларда пайда болатын барлық екінші деңгейлі материалдар мен қалдықтар оларды өндіретін кәсіпорындарда өңделуі керек немесе басқа салалар үшін шикізат ретінде пайдаланылуы керек. 18 экоқаланың қызмет атқаруы ең күрделі деген қалдықтардың айналасымен шұғылданып арнайы кәсіпорындар құру арқылы қамтамасыз етілді және

қалдықтардың айналысын тиімді қамтамасыз ететін жабыдықтарды сатып алуға ұсақ кәсіпкерлерге көмек көрсетуді қамтыды. Экоқалалар жүйесі қызмет атқара бастағаннан алты жыл өткеннен соң ең үздік типтік жоспарлар таңдап алынып, Экономика министрлігі мен Қоршаған орта министрлігі мақұлдап, оларды бүкіл елдің аумағында ендіруге ұсынылды. Мұндай жобалар жергілікті билік органдарының қатысуымен, жергілікті өнеркәсіп пен халықтың тығыз әріптестігі арқылы жүзеге асырылады. Жапонияда экоқалалардың типтік жоспарларының ішінде металлургиялық технологияларға негізделге ресурстарды қайтара пайдалану жүйесі бар қалалар ерекше орын алады. Мұндайда шахталық пештер қайтарма ресурстарды рециклдеудің негізгі жабдығы болып табылады.

Металлургиялық технологиялар негізінде экоқалалар құру тұжырымасын жүзеге асыру үшін 2002 жылы қара металлургияда экотехнологиялардың болашағын зерттеу бойынша арнайы комитет құрылды. Комитет жасап берген қалдықтарды рециклдеу технологияларын дамыту стратегиясында өнеркәсіптің басқа салаларының қалдықтарын қайтарма шикізат ретінде қара металлургияда қоршаған ортаға заласыз пайдаланудың сирек кездесетін мүмкіндіктері бар. Мысалы, металл қалдықтарын кәдеге жарату дәрежесі 97,5% құрады. 2009 жылдың шілдесінде қоршаған ортаға жағымсыз әсер етулердің төмендетілуін экоқалаларда жүргізілген бағалау барысында жергілікті деңгейде қайтарма ресурстарды пайдалану айтарлықтай тиімді жүргізілгені және халық қоныстары аумақтарында тауарлардың өнеркәсіптік өндірісінде оларға сұраныс биік екені анықталды. Мұндай жайт бүкіл ел аумағында тұрақты қоғам құруда экоқалалардың ролін тағы да дәлелдеді. Жапония үкіметі қайтарма шикізат биржасын құрды. Ондай биржаның қызметін қамтамасыз ету үшін Йокогама қаласында 1982 жылдан бастап іскерлік өнеркәсіптік қалдықтар туралы ақпараттарды жинақтау мен талдау жасаудың автоматтандырылған жүйесі қызмет атқарады. Бұл жүйеде кәсіпорындар, қалдықтар қалай пайда болатыны туралы, оларды өңдеуші кәсіпорындар туралы барлық мәліметтер бар. Мұндай жүйені негізгі функциясы - қалдықтарды қайтара өңдеумен шұғылд анатын кәсіпорындарға қажетті ақпараттарды беріп отыру. ндіріс қалдықтарын қайтара өңдеумен шұғылданатын кәсіпорындардың қызметін ынталандырудың Жапондық тәжірибесі назар аударарлық. Қазіргі таңда Жапонияда қалдықтарды даярлап және өңдейтін 600-ден астам кәсіпорындар қызмет атқарады.

1 Кесте - Жапонияда қалдықтарды басқару жүйесі

Мемлекет	Жапонияда қалдықтарды басқару ұлттық жүйесінің негізгі принциптері	Әкімшілік іс-шаралар	Экономикалық құралдар	Жапонияда қалдықтарды басқару жүйесінің жекеленген нәтижелері
Жапония	Жапонияда қалдықтарды басқарудың негізгі принципі - ол табиғи ресурстарды үнемдеу және қалдықтарды қайтара кәдеге жарату іс-шараларын жеделдету. Мұндай іс-шаралар қалдықтарды қайтара шикізат деңгейіне жеткізу немесе кәсіпорындардың қажеттіліктеріне сәйкес тікелей мақсатында немесе басқа мақматтарда қолданылатын қайтара материалдар деңгейіне жеткізу бойынша кешенді әрекеттерді қамтиды.	1. Қалдықтарда бар пайдалы заттарды мүмкіндігінше максималды алу мен пайдалану үшін рециклдеуге мәжбүрлеуге бағытталған нормативтік актілердің кешені. 2. Қалдықтарды кәдеге жарату ісіне жауапты министрліктер. 3. Қауіпті қасиеттері бар қалдықтарға арнайы мемлекеттік бақылау жүргізу. 4. Өндіруші қалдықтардың кәдеге жаратылуына және аралық қайтара өңделуіне, тауардың және өнімнің өмірлік циклының соңында орналастырылуына толық жауапкершілік танытады.	1. Қаржыландырудың екі кезі заңнамалық бекітілген мемлекеттік қаржы-несие құралдары мен салықтық жеңілдіктер. 2. Бастапқы шикізатқа қоспалаудың нормативтері бекітілген. 3. Қалдықтарды өңдеуге инвестиция құралдарын салатын компанияларға табыс салығын төмендетудің арнайы шкаласы. 4. Платстмассалар мен қышқылдар қалдықтарын қайтара өңдеу бойынша кәсіпорындардың мүлкіне салықтарды төмендету.	1. Қазіргі таңда Жапон өнеркәсібінде қалдықтардың 80 %-ы кәдеге жаратылады. 2. Өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату 49,5%, құрады, соның ішінде металл қалдықтарын - 97,5%, текстиль өндірісінің қалдықтарын - 53,8%, домна шлактарын - 60,3% және т.б. 4. Қалдықтардың нольдік шығыны бар 18 қоқалаларды құру. 5. Қайтарма шикізат биржасын құру.

* Кестені автор құрастырған

Мысалы, біршама министрліктердің бюджеттерінде (денсаулық сақтау және әлеуметтік қамсыздандыру, көлік, құрылыс, егіншілік және басқалары) қалдықтарды өндіріске қосу бойынша зерттеу жұмыстарын орталықтандырып орындауды қаржыландыру және қайтарма шикізаттарды өңдеумен шұғылданатын кәсіпорындарға қаржылық көмек көрсету қарастырылған. Сонымен қатар Жапонияда экологиялық несиелеумен шұғылданатын көптеген банктер бар. Қалдықтарды өңдеумен шұғылданатын мердігерлерге несие жеңілдетілген шарттармен және төмен пайызбен беріледі. Мысалы «Жапон даму банкі» негізінен ірі кәсіпорындарды несиелейді, ол шамамен қажетті шығындардың 50%-н қаржыландырады, 10 жылға дейін 7,6%-бен қарыз береді. Одан басқа, Жапонияда экологиялық қауіпсіз кәсіпорындарға және қалдықтарды пайдаланушы кәсіпорындарға инвестиция құятын өнеркәсіптік компанияларға табыс салығын төмендететін арнайы шкала бар (бірінші жылы жеңілдіктің көлемі өндірістік шығындардың 25%-н құрайды). Пластмассалар мен қышқылдық қалдықтарды өңдейтін кәсіпорындардың қызметін ынталандыру үшін кәсіпорындардың мүлкіне салық айтарлықтай төмендетіледі. Қалдықтарды пайдаланудың елдегі қарастырылған тәжірибе кесте 1-де көрсетілген.

Қорытынды. Жапонияның ресурсүнемдеуге бағытталған мемлекеттік саясаты өндірістік қалдықтардың айналысын ықшамдау жұмыстарына кәсіпорындарды кеңінен тартуға, сонымен қатар кәсіпкерлердің өздерін қалдықтар шығарып, қоршаған ортаның ахуалына жағымсыз әсер ететінін түсінуіне негізделген. Көптеген экологиялық мәселелерді шешу (қалдықтардың айналысын қоса) Жапонияның үкіметтік ұйымдары мен кәсіпкерлері өзара серіктестікті жалғастырып, тиімді ұйымдастыруына байланысты.

Әдебиеттер

- 1 Черноусов П.И. Рециклинг. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов в черной металлургии. М.: МИСиС, 2011.- 428 с.
- 2 Жандаулетова Ф.Р. Техника и технология утилизации промышленных отходов. Учебное пособие. Алматы, АУЭС 2017г, 159 с.
- 3 Кортаев В.Н., Слюсарь Н.Н., Жилинская Я.А., Ильиных Г.В., Филькин Т.Г. Управление техногенными отходами. Учебное пособие. Пермь : Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2016. - 390 с

4 Павленко Е.А. Зарубежный опыт использования вторичных ресурсов.[Электронный ресурс]:

<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/90238/63-Pavlenko>.

5 Анопченко Т.Ю., Кирсанов С.А., Чернышев М.А. Зарубежный опыт управления в сфере твердых бытовых отходов // Российский академический журнал. 2014.- Т. 27. -№ 1. -С. 8–14.

6 Воробьев А.В. Современные подходы к проблеме комплексной переработки отходов производства и потребления в развитых странах // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014.- № 5–1. С. 134–137

7 Филимонов Я.И. Япония: опыт управления коммунальными отходами // Твердые бытовые отходы. 2011.- № 6. -С. 80–85; № 7. С. 54–60.

8 Тихоцкая И.С. Экономико-географические проблемы утилизации отходов в Японии: к обществу с устойчивым материальным циклом // Известия РАН. Серия географическая. 2010.- № 4. -С. 40–53.

Садырмекова Н.Б. - докторант PhD, преподаватель кафедры «Учет и аудит», e-mail: naz_sad-kaz_19@mail.ru

Ерсеитова А.У. - и.о. доцента, кафедра «Экономика», e-mail: erseitova2013@mail.ru

Есиркепова А.М. - доктор экономических наук, профессор, кафедра «Экономика», e-mail: essirkepova@mail.ru

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 10.11.2020.
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