



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ■ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ISSN 1561-4212. Вестник ВКГТУ. 2017. N 4

Д. Серікбаев
атындағы
Шығыс Қазақстан
мемлекеттік техникалық
университетінің

ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК

Восточно-Казахстанского
государственного технического
университета
имени
Д. Серикбаева

4

Регистрационный № 145-ж

№ 4 (78), декабрь, 2017

Основан в 1998 году

Выходит 4 раза в год

Ғылыми журнал

Д. Серікбаев атындағы
Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық
университетінің

ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК

Восточно-Казахстанского государственного
технического университета
им. Д. Серикбаева

Научный журнал



Бас редакторы - Главный редактор

Ж.К. Шаймарданов

ректор, профессор

Редакция алқасы - Редакционная коллегия:

Заместитель главного редактора:

О.Д. Гавриленко, канд. геол.-мин. н.

Ответственный секретарь - О.Н. Николаенко

Члены коллегии:

А.К. Адрышев, д-р техн. н., проф.,

А.Н. Алексеенко, д-р ист. н., проф.,

Д.Л. Алонцева, канд. физ.-мат. наук, проф.,

Ю.В. Баталов, д-р экон.н., проф.,

Ю.А. Веригин, д-р техн. н., проф.,

Б.А. Дьячков, д-р геол.-мин. н., проф.,

М.В. Дудкин, д-р техн. наук, проф.,

А.В. Егорина, д-р геогр. наук, проф.,

С.А. Жуманазар, канд. экон. наук, доц.,

Т.Т. Ипалаков, д-р техн. н., проф.,

А.И. Квасов, д-р техн. н., проф.,

Е.А. Колос, д-р экон. наук, доц.,

В.П. Колпакова, д-р техн. наук, доц.,

Ж.О. Кульсеитов, д-р техн. н., проф.,

Н.П. Малышев, канд. экон. н., проф.,

О.А. Манцуров, полковник,

Ж.Д. Назбиев, д-р. филол. н., проф.,

С.В. Плотников, д-р физ.-мат. н., проф.,

А.Д. Погребняк, д-р физ.-мат. наук, проф.,

М.К. Скаков, д-р физ.-мат. н., проф.,

Б.В. Сырнев, д-р техн. н., проф.,

А.К. Томилин, д-р физ.-мат. н., проф.,

Е.М. Турганбаев, канд. физ.-мат. н., Dr. PhD.,

С.Д. Тыныбекова, д-р пед. н., проф.

Н.Г. Хисамиев, д-р физ.-мат. н., проф.,

В.Ю. Чернавин, канд. техн. н, проф.,

Ю.Н. Шапошник, д-р техн. н., проф.

ISSN 1561- 4212

© Восточно-Казахстанский
государственный технический
университет им. Д. Серикбаева,
2017



УДК 549.657.6

А.О. БайсаловаКазахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
г. Алматы**НОВЫЕ ДАННЫЕ О НАРСАРСУКИТЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ЗАМЕЩЕНИЯ**

Дано описание этапов изменения нарсарсукита и последовательность образования по нему новообразованных минералов по результатам оптического изучения шлифов и химического состава минералов, полученных электроннозондовым микроанализом.

Мақалада нарсарсукит минералын тастілімде оптикалық зерттеу барысында және оның химиялық құрамын электронды микроанализбен талдау нәтижесінде минералдың өзгеру кезеңдері мен минерал бойынша жаңадан пайда болған туынды минералдардың қалыптасу кезеңдері зерттеліп сипатталған.

In this description is given stages of the change of narsarsukite and the sequence of formation of newly formed minerals according to the results of optical study of the sections and the chemical composition of minerals obtained by electron probe microanalysis

Ключевые слова: нарсарсукит, титанит, нептунит, кварц, микроклин, иттрий, РЗЭ, метасоматический процесс, химический состав, электроннозондовый микроанализ, Верхнеэспинское месторождение.

Объектом исследования является нарсарсукит $\text{Na}_2\text{Ti}(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ – типоморфный минерал процесса фенитизации вмещающих пород.

С момента открытия Верхнеэспинского месторождения (1955 г.) известны сравнительно широко распространенные в редкометально-замещенных пегматитах своеобразные псевдоморфозы по нарсарсукиту, постоянно наблюдаемые в метасоматических породах экзоконтакта Большого и Малого выходов. Но они совершенно не встречаются ни в биотитовых гранитах, ни во вмещающих ороговикованных осадочных породах, не подвергавшихся щелочному метасоматозу. Характерной особенностью ранее изученных псевдоморфоз является постоянное присутствие в них титановых минералов: рутила, анатаза, ильменита, ильменорутила, титанита и др.

При детальном исследовании нарсарсукита были выделены новые этапы замещения. Исследуемый минерал был отобран из фенитизированных участков экзоконтактов рибекит-альбитовых апогранитов Малого выхода (рис. 1).

Цвет нарсарсукита бледновато-желтый, светло-кремовый и розовато-желтый. В тонких осколках бесцветный и прозрачный. Блеск стеклянный. Спайность по 100 (010) и 110, совершенная. В ультрафиолетовых и катодных лучах не светится. Соляной кислотой не травится. В прозрачных шлифах минерал бесцветный, имеет прямое погасание (относительно спайных трещин). Цвета интерференции выше среднего. Одноосный, положительный. Показатели преломления: N_e 1,654-1,657; N_o 1,612 [1].

Новые петрографические данные были получены на микроскопах Leica-52, POLAM-127 в лаборатории Института геологических наук им. К.И. Сатпаева и Axio Scope.A1 в КазНУТУ им. К.И. Сатпаева. Также получены полуколичественные данные (графики, диаграммы и изображения) на низковакуумном сканирующем электронном микроскопе Zeiss EVO15LS в отделе минералогии (CERCAMS) Музея естественной истории (г. Лондон, Великобритания).

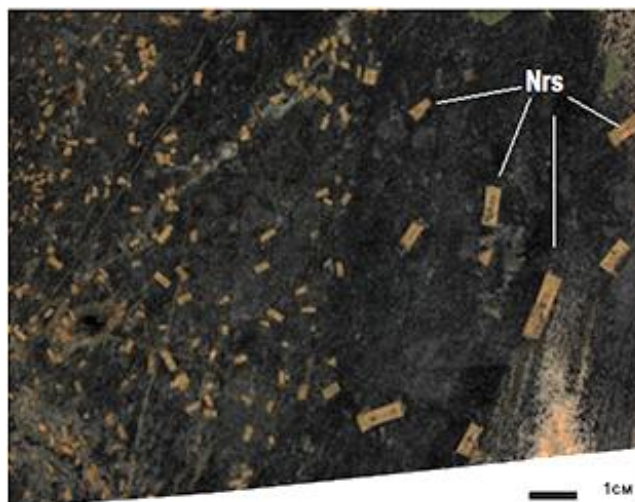


Рисунок 1 - Кристаллы нарсарсукиита во вмещающих альбитизированных породах.
Малый выход, 1-е рудное тело

Петрографическое изучение минерала позволило проследить все промежуточные фазы изменений минерала от слабоизмененного до его следов с почти полным исчезновением. Изменение минерала в разных породах протекало по-разному [1]. Слабоизмененный нарсарсукиит был изучен в шлифах (758, 31, 36) и на сканирующем электронном микроскопе. В шлифе порода слабоизмененная (фенитизированная), изменение выражается в метасоматическом её ощелачивании. В результате метасоматического процесса здесь образовались тонкоигольчатые и призматические кристаллы рибекита и эгирина и наблюдается тонкая вкрапленность флюорита и мелкие кристаллы циркона и пироклора, что свидетельствует об одновременном привносе фтора, ниобия и циркония (рис. 2, 3).

Центральная часть нарсарсукиита заполнена кварцем, микроклином, плагиоклазом, биоитом, щелочными амфиболами (рибекит, астрофиллит, арфведсонит), которые и составляют основную массу (рис. 2).

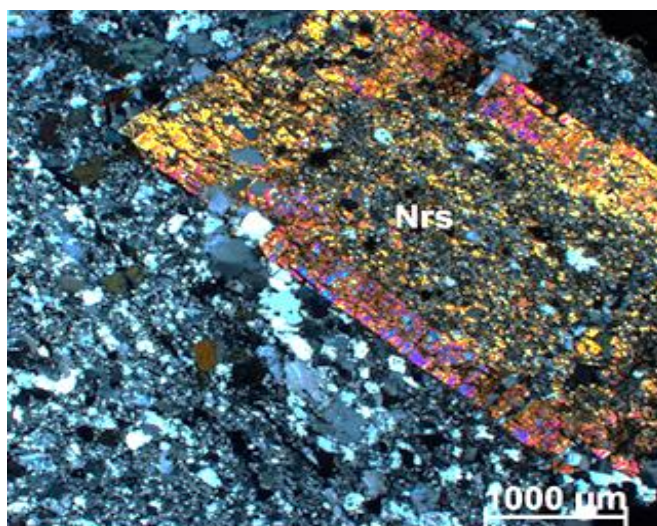


Рисунок 2 - Метакристалл нарсарсукиита в фенитизированном граните,
николи параллельные (увеличение $\times 2,5$)

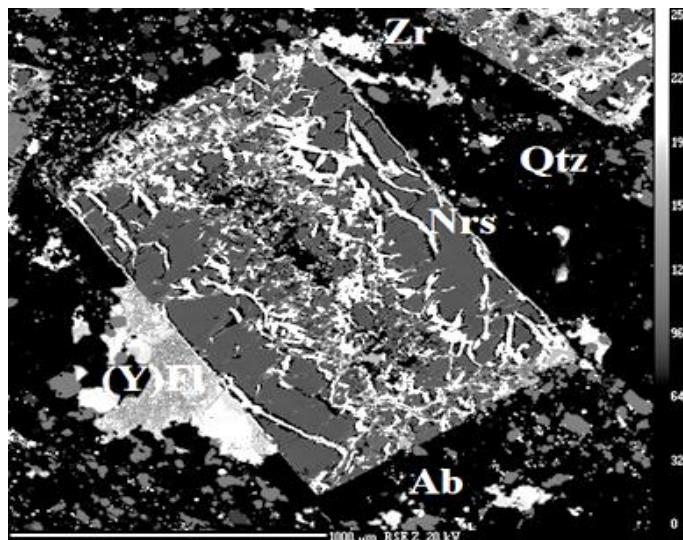


Рисунок 3 - Метакристалл нарсарсукита в фенитизированных породах: циркон (белое), Y- флюорит (светло-серое), нарсарсукит (темно-серое), кварц (черное). BEI

Форма метакристалла нарсарсукита сохраняется, но хорошо наблюдается картина его разрушения с параллельным изоморфным замещением минералами: астрофиллитом, флюоритом, иттрофлюоритом, эльпидитом, цирконом, пироксеном и др. (рис. 3).

Каркасный скелет нарсарсукита четко выражен, по краям каркаса в виде каймы сохранились первоначальные прозрачные, короткопризматические и тонкоигольчатые реликты нарсарсукита (рис. 4, 5). Минерал постепенно, по зонам роста послойно, замещался светлыми рыхлыми мучнистыми массами, которые в процессе интенсивного метасоматического процесса переходили в коричневую рентгеноаморфную титанистую массу. В дальнейшем по ней образовались титановые минералы: ильменит, ильменорутил, белянкинит, титанит и др.

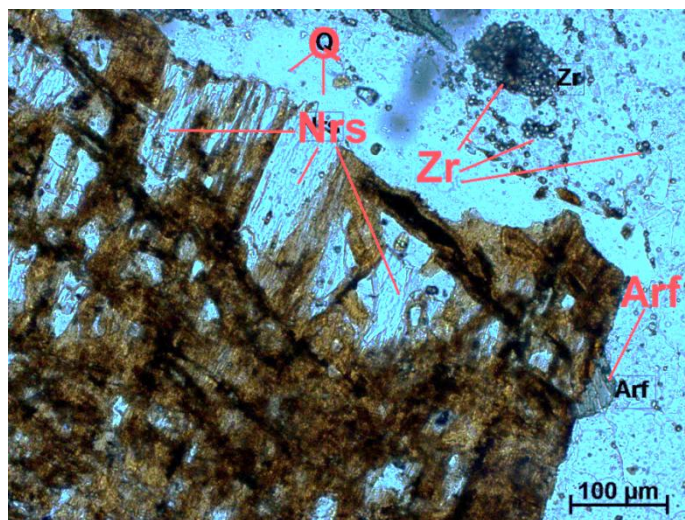


Рисунок 4 - Тонкие прозрачные реликты нарсарсукита (Nrs) в рентгеноаморфной коричневой массе. Циркон (Zr), арфведсонит (Arf), кварц (Q) в основной массе. Никели параллельные (увеличение $\times 40$)

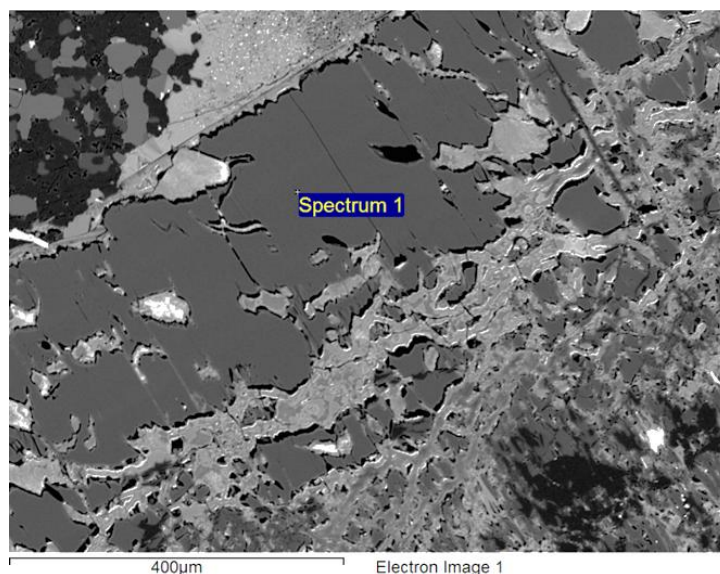


Рисунок 5 – Слабоизмененный кристалл нарсарсукиита (темно-серое) с сеткой неустойчивой тяжелой фазы (светло-серое) и включениями кварца (черное). BEI

Изучение химического состава минерала было проведено с помощью электроннозондового микроанализатора JXA 733 с применением энергодисперсионного спектрометра INCA ENERGY при ускоряющем напряжении 25 кВ, токе зонда 25 нА и сфокусированном (диаметр 1-2 мкм) или расфокусированном (10 мкм) зонде и дополнительно детальное исследование с диагностикой, картированием и уточнением химического состава изучено на рентгеноспектральном микроанализаторе Cameca SX-50 в Музее естественной истории (г. Лондон).

Метакристалл нарсарсукиита, находящегося на среднем этапе изменения, покрыт многочисленными заполненными трещинками, проходящими как по спайным, так и секущим направлениям. На рис. 6 полости разрывов широкие и параллельные в виде «каналов», которые заполнены неустойчивой, разлагающейся под воздействием электронного луча, фазой с составом (мас. %): Na₂O 0,01; MgO 0,18; Al₂O₃ 0,19; SiO₂ 3,25; Ce₂O₃ 20,21; CaO 0,23; K₂O 0,22; MnO 1,11; FeO 0,08; TiO₂ 0,78; BaO 0,61; UO₂ 0,18; Y₂O₃ 8,87; Nb 4,35; ZrO₂ 18,55; Dy₂O₃ 0,18; Er₂O₃ 1,14; Yb₂O₃ 0,98; PbO 1,78; Σ 65,50 мас. %.

Химический состав метакристаллов нарсарсукиита из фенитизированных пород представлен в таблице.

Химический состав (мас. %) метакристалла нарсарсукиита из фенитизированной породы

№ анализа	F	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	FeO	Nb ₂ O ₅	Yb ₂ O ₃	TiO ₂	ZrO ₂	Σ
1/6	1,634	16,224	1,017	63,477	3,862	0,194	0,154	14,755	0,981	102,298
1/7	1,549	16,084	0,998	63,478	3,805	0,228	0,127	14,938	1,045	102,252
1/8	1,585	15,848	1,042	63,479	3,847	0,185	0,096	14,734	1,005	101,821
1/9	1,288	15,636	1,023	61,46	2,253	0,294	0,094	16,401	2,015	100,464
1/10	1,358	16,044	1,059	62,885	2,591	0,259	0,091	16,222	1,399	101,908
1/15	1,617	15,974	1,336	63,834	3,333	0,237	0,153	14,755	1,695	102,934
среднее	1,505	15,97	1,08	63,102	3,289	0,232	0,119	15,3	1,357	101,945

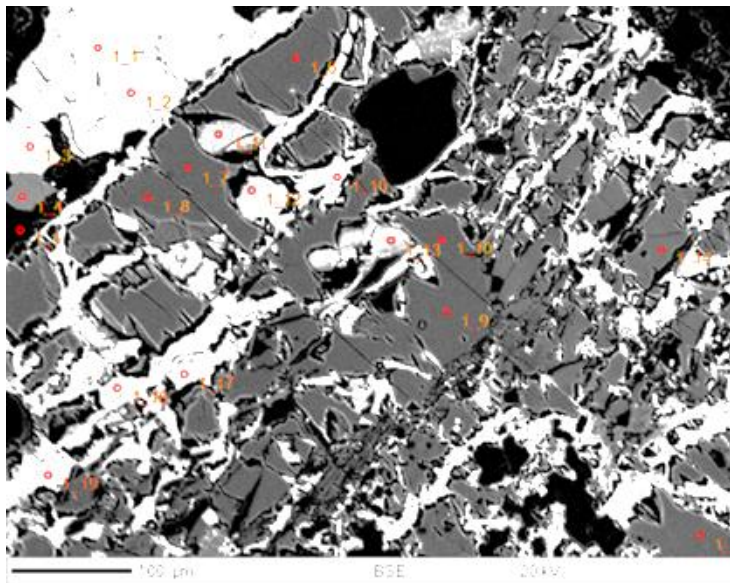


Рисунок 6 - Зерно нарсарсукита (темно-серое) с «каналами» неустойчивой тяжелой фазы (белое) и включениями кварца (черное). BEI

Следующим этапом изменения нарсарсукита является его полное замещение титановыми минералами: рутилом, белянкинитом, анатазом, ильменорутилом и титанитом. В результате гидротермального процесса в прожилках наблюдается укрупнение минералов флюорита, кварца, и местами встречаются крупные зерна бафертисита.

Замещенные минералы располагаются по нарсарсукиту неравномерно (рис. 7): ильменорутит встречается с ксеноморфным обликом; титанит - с характерной клинообразной формой и высоким двупреломлением; присутствует лейкоксенизированный белянкинит; для выявленного лоренценита характерны параллельно-шестоватые формы кристаллов с прямым погасанием, положительным удлинением и высокими цветами интерференции [2].

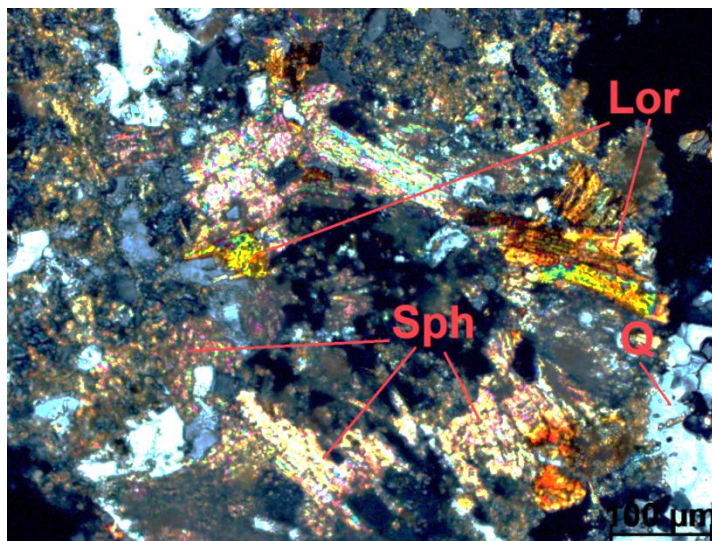


Рисунок 7 – Нарсарсукит замещен титановыми минералами: титанитом, лоренценитом, белянкинитом и др. Николи скрещенные (увеличение $\times 20$)

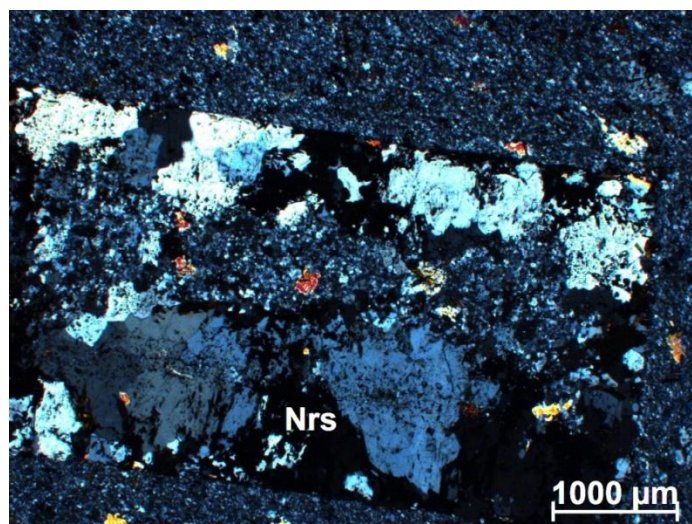


Рисунок 8 – Каркас нарсарсукиита, полностью замещенный кварцем (черное и светлое), альбитом, микроклином (серое). Местами по краям каркаса наблюдаются реликты титановых минералов (черная масса) и кристаллы анатаза (красное). Николи скрещенные (увеличение $\times 20$)

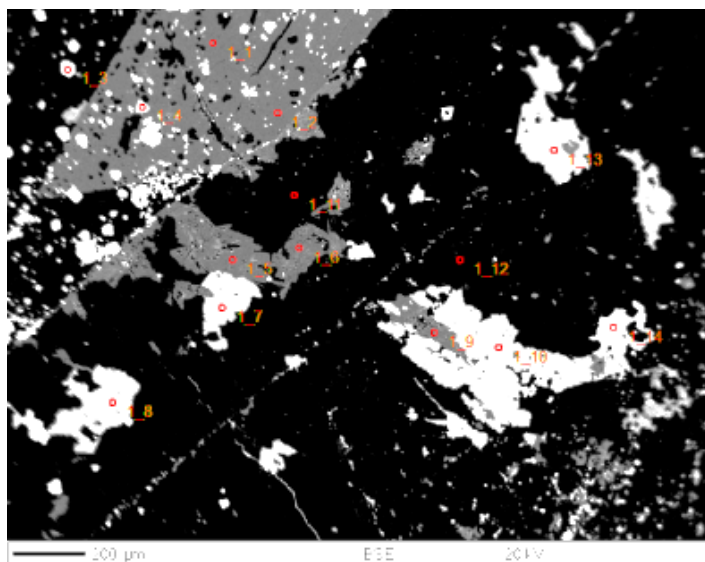


Рисунок 9 – Каркас нарсарсукиита, полностью замещенный кварцем (черное), минералами редких элементов – пироксеном, флюоритом и др. (белое) и частично арфведсонитом (серое). BEI

Несмотря на сравнительно широкое распространение, нарсарсукиит является в условиях постмагматической деятельности щелочных гранитов типоморфным минералом, образующимся при альбитизации пегматитов, гранитов, фенетизации вмещающих пород. Показательным моментом образования минерала является смена фаций в метасоматическом высокотемпературном процессе фенитизации. При разложении из кристаллов нарсарсукиита выносились легкие элементы, а относительно тяжелые, такие, как титан, оставались на месте. Вариации замещения разнообразны. Так как в поверхностных условиях минерал устойчив, в объеме кристаллов совместно с незамещенным минералом первоначально могут сосуществовать, в основном, следующие комбинации заполнения [3]:

1. Весь объем минерала замещен тонкодисперсной землистой массой желтовато-или буровато-темного титансодержащего рентгеноаморфного материала.

2. В части кристаллов развиты параллельно-шестоватые, сноповидные или сфероидальные сростки кристалликов лоренценита, нептунита, КПШ и кварца.

3. По кристаллу нарсарсукиита во всем его объеме совместно с кварцем и КПШ развит фторокарбонат церия, астрофилит, арфведсонит, эльпидит, баферситит, пироклор, циркон. Кристаллы анатаза образуют крупные сростки, как правило подчеркивающие границы роста первоначального нарсарсукиита.

Автор выражает благодарность сотрудникам Института геологических наук имени К.И. Сатпаева ВНС В.Л. Левину, СНС П.Е. Котельнику за проведение электроннозондовых исследований.

Список литературы

1. Степанов А.В. Краткая характеристика Верхнеэспинского месторождения редких элементов / А.В. Степанов, Г.К. Бекенова // «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов» (Сатпаевские чтения). – Алматы, 2009. – С. 248-258.
2. Stepanov A.V., Bekenova G.K., Levin V.L., Hawthorne F.C. Natrotitanite, ideally $(\text{Na}_{0.5}\text{Y}_{0.5})\text{Ti}(\text{SiO}_4)\text{O}$, a new mineral from the Verkhnee Espe deposit, Akjailyautas mountains, Eastern Kazakhstan district, Kazakhstan: description and crystal structure // Mineralogical Magazine. – 2012. – Vol. 76(1). – P. 37-44.
3. Степанов А.В. О процессе фенитизации в связи с малыми интрузиями щелочных гранитов на примере Верхнеэспинского редкометалльного месторождения (Восточный Казахстан) / А.В. Степанов, Г.К. Бекенова, Е.А. Добровольская и др. // Материалы конф. «Геология в XXI веке» (Сатпаевские чтения). – 2011. – С. 302-310.
4. Степанов А.В. Нарсарсукиит Верхнеэспинского месторождения и продукты его замещения / А.В. Степанов, Д.Б. Жексембекова, А.О. Байсалова и др. // Материалы Междунар. конф., посвященной 70-летию Института геологии НАН КР «Геодинамика, оруденение и геозкологические проюлемы Тянь-Шаня». – Бишкек, 2013. – С. 217-222.

Получено 15.11.2017

УДК 626.8

М.А. Ли, Т.Т. Ибраев, Н.Н. Бакбергенов

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», г. Тараз

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОУЧЕТА НА ТЕРС-АЩИБУЛАКСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В статье приведены результаты обследования технико-эксплуатационного состояния систем водочета на Терс-Ащибулакском водохранилище, расположенном в Жамбылской области.

Мақалада Жамбыл облысының Жуалы ауданында орналасқан Теріс-Ащыбұлақ су қоймасындағы су өлшеу жүйелерінің техникалық-пайдаланымдық тексеру нәтижелері көрсетілген.

The article presents the results of the survey of the technical and operational state of water accounting systems at the Ters-Ashbylak reservoir located in the Zhambyl region.

Ключевые слова: водочет, водохранилище, гидротехнические сооружения, обследование, эксплуатация.

Водные ресурсы Республики Казахстан ограничены по сравнению со многими другими государствами. Наблюдается нарастающий дефицит воды, загрязнение поверхностных и подземных вод. Этому способствуют существующие способы полива, сверхнормативные потери воды, проблемы межгосударственного водodelения и другие факторы.

В настоящее время общее состояние с водоучетом на водохозяйственных системах Республики Казахстан крайне неудовлетворительно и не отвечает современным требованиям метрологического обеспечения государственных учетных операций.

Терс-Ащибулакское водохранилище на р. Терс расположено в 20 км ниже районного центра с. Б. Момыш-Улы в Жуалынском районе Жамбылской области и является объектом республиканского значения (рис. 1).



Рисунок 1 - Терс-Ащибулакское водохранилище

Терс-Ащибулакское водохранилище - сооружение II-го класса капитальности. Общая протяженность напорного фронта составляет 1960 м. Среднегодовой сток равен 192,373 млн м³; среднегодовой расход – 4,4 м³/с; максимальный наблюдаемый расход – 636 м³/с.

Данное водохранилище сезонного регулирования и предназначено для ирригационного обеспечения близлежащих районов области. Длина водохранилища 11 км, максимальная ширина 6,7 км, средняя ширина 3 км, максимальная глубина составляет 28,8 м, средняя глубина 6,6 м. Площадь зеркала водохранилища при НПУ равна 29 км². Форсированный подпорный уровень (ФПУ), отметку нормального подпорного уровня (НПУ) и уровень мертвого объема (МО) обеспечивают объемы стока соответственно в размере 181, 158 и 2 млн м³.

Гидротехнические сооружения Терс-Ащибулакского водохранилища включают в себя:

- земляную плотину длиной 1860 м и с шириной по гребню 10 м, наибольшей высотой 29,3 м и средней высотой 14,6 м;

- паводковый водосброс открытого типа на расход 400 м³/с в левом пролете, перекрытый сегментными затворами размером 3х8 м; порог водосброса на 2,4 м ниже отметки НПУ; сопрягающее сооружение в виде быстротока вырублено в скале;

- донный водовыпуск на 36 м³/с в виде одноочковой ж/б трубы размером 2х2,85 м с башней управления; труба заканчивается быстротоком и водобойным колодцем;

- дамбы обвалования, защищающие села Бурно-Октябрьское и Терс, соответственно длиной 4 и 1,5 км, шириной по гребню 5 м и высотой 6 м;

- ирригационные водозаборы на расстоянии 31 км ниже водохранилища: левобережный регулятор на 5,5 м³/с, правобережный регулятор на расход 42,3 м³/с [1].

По результатам натурных обследований Терс-Ащибулакского водохранилища установлено, что за длительный период эксплуатации система контрольно-измерительной аппаратуры в значительной степени устарела. Приборная база не обновлялась более 40 лет, а установленные приборы вышли из строя в связи с истечением срока службы.

Рабочие затворы башенного водовыпуска Терс-Ащибулакского водохранилища открываются и закрываются с помощью щита управления затворами. Паводковый водосброс, расположенный у левого берега плотины, состоит из входного оголовка с шестью отверстиями с шириной пролетов по 8 м, перекрытых сегментными затворами 3х8 м (рис. 2).

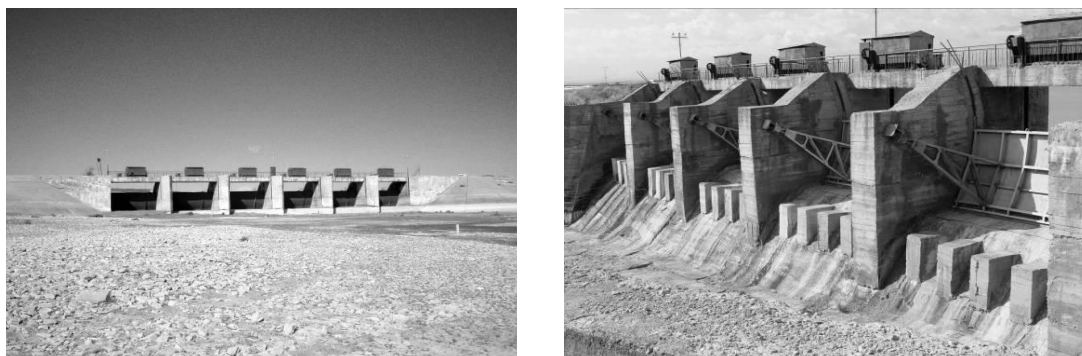


Рисунок 2 - Водосбросное сооружение водохранилища

Сегментные затворы водосброса обесточены, их можно открывать только вручную [2]. На рис. 3 показано электрощитовое оборудование сегментных затворов. Состояние электрощитового оборудования находится в неудовлетворительном состоянии.

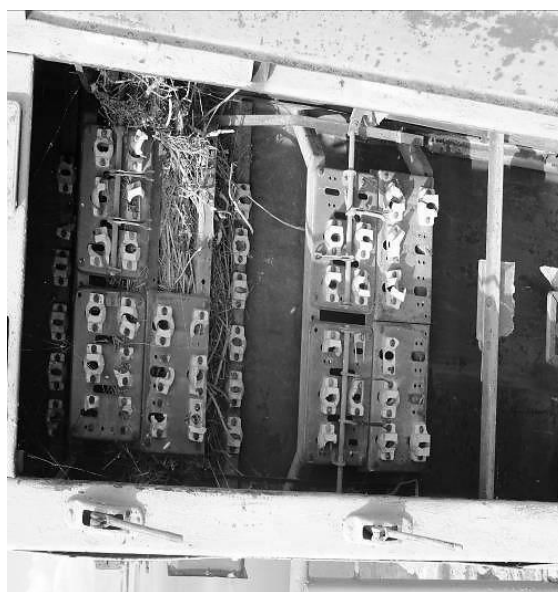


Рисунок 3 - Электрощитовое оборудование сегментных затворов водосбросного сооружения

Рабочий водовыпуск (донный), расположенный на левом берегу, представляет собой одноочковую трубу с башней управления и двумя последовательными в ней плоскими затворами. Маневрирование затворами осуществляется щитом управления, расположенным в верхнем строении шахты (рис. 4).



Рисунок 4 – Щит управления затворами

В отводящем русле р. Терс на расстоянии 1,5-2,0 км построен гидрометрический пост типа «фиксированное русло». Для определения расхода воды на гидрометрическом посту в колодце установлена водомерная рейка, в диспетчерском пункте имеется тарировочная кривая «фиксированного русла». Однако данные не передаются автоматически на диспетчерский пункт.

За весь период эксплуатации водохранилища не выделена водоохранная зона и не обустроена прибрежная полоса на притоках р. Терс: производится распашка земель, выпас скота, строительство и мойка машин. Наполнение водохранилища до проектных отметок не производится из-за нарушений крепления верхового откоса и опасения перелива воды через гребень плотины во время сильных ветров.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Развитие сельского хозяйства в Республике Казахстан во многом зависит от рационального использования и распределения водных ресурсов. Однако складывающееся положение дел показывает, что при возделывании сельскохозяйственных культур используются далеко не все, в том числе технические возможности рационального расходования воды. Износ или полное отсутствие средств учета расхода водных ресурсов приводит к нарушению планового водопользования и увеличению непроизводительных сбросов.

Слабое развитие и внедрение систем автоматизации водохозяйственных объектов препятствует стабильному развитию конкурентоспособного производства других отраслей народного хозяйства; низкая оперативность управления подачей воды водопользователям приводит к нарушению сроков и норм полива и, в конечном итоге, к снижению урожайности или гибели сельскохозяйственных культур.

Сведение потерь оросительной воды к минимуму, обеспечение соответствия объемов водозабора и водопотребления возможно при условии существенного повышения качества управления процессами водораспределения путем автоматизации водохозяйственных объектов. Обследование технико-эксплуатационного состояния системы водоучета на Терс-Ащибулакском водохранилище показало низкий уровень оснащенности приборами водоучета. В целях эффективного регулирования и контроля в области использования водных ресурсов необходимо произвести замену электрощитового оборудования сегментных затворов водосбросного сооружения водохранилища, оснастить гидросты на отводящем русле р. Терс современными приборами учета воды и обеспечить оперативную автоматизированную передачу информации на диспетчерский пункт управления.

Список литературы

1. Разработка и внедрение инновационных технологий по автоматизации водохозяйственных объектов РК: отчет о НИР (промежуточный) / Казахский науч.-исслед.ин-т водного хоз-ва. - № ГР 0115РК02163. - Инв. № 0216РК02127; Рук. Карлыханов О.К.; Испол. Ли М.А., Стульнев В.И., Бакбергенев Н.Н., Жакашов А.М., Иманалиев Т.К. - Тараз, 2016. - 171 с. - Библиогр.: с. 25-32.
2. Оценка состояния ГТС Таласского гидроузла, Терс-Ащибулакского и Тасоткельского водохранилищ, перспективы создания мониторинга обеспечения их безопасной эксплуатации: отчет о НИР / Исполнительная дирекция Междунар. фонда спасения Арала (ИД МФСА). - Грант ЕЭК ООН № ЕСЕ/GC/2015/06/020; Рук. Базарбаев А.; Испол. Ибраев Т., Нуралиев Б. - Тараз, 2016. - 40 с. - Библиогр.: с. 16-26.

Получено 15.11.2017

УДК 504.54

Г.З. Мажитова, К.М. Джаналеева

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ
СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассматриваются основные этапы исследований природно-географических условий территории Северо-Казахстанской области. Представлен анализ трудов и результатов исследований ученых, внесших значительный вклад в развитие географических знаний и представлений о ландшафтно-географических особенностях территории региона.

Мақалада Солтүстік Қазақстан облысының табиғи-географиялық жағдайының негізгі зерттелу кезеңдері қарастырылған. Аумақтың ландшафтты-географиялық ерекшеліктерінің дамуына үлес қосқан ғалымдардың зерттеу нәтижелері мен еңбектері ұсынылған.

This article reviews main stages of the research of North Kazakhstan natural and geographical conditions. It describes works and researching of the scientists that significantly contributed to the development of geographical and landscape knowledge of the region.

Ключевые слова: ландшафт, ландшафтно-географические исследования, Северо-Казахстанская область, природно-географические условия.

Накопление географических представлений о территории Северо-Казахстанской области (СКО) шло на протяжении длительного периода исторического освоения и развития региона. Активному исследованию и формированию научных представлений о природных условиях области способствовало ее выгодное географическое положение, пограничное с Россией, расположение на пересечении торговых путей, соединявших страны Средней Азии и Китай с Россией и странами Европы.

Первые сведения о природно-географических особенностях региона были отрывочными и содержали скудные, иногда противоречивые данные. В основном они встречаются в путевых записях торговцев, промысловиков, путешественников и, как правило, имеют описательный характер [1, 2].

Начало организации целенаправленных географических исследований региона связано с историческими событиями и последовавшими социально-экономическими изменениями: присоединение к Российской империи Младшего (1743), затем Среднего жузов (начиная с 1740-1742 по 20-е годы XX века), строительство, согласно указа Сената от 26 марта 1752 г. в целях защиты и освоения новых территорий, Новоишимской линии укреплений [2, 3].

Первоначально исследования носили рекогносцировочный характер и были направлены на получение общих сведений о территории области как пограничном с Россией регионе и составной, в физико-географическом отношении, части малоизученной Западно-Сибирской равнины и Сибири. Позднее последовали многочисленные специальные экспедиции по всестороннему изучению природных условий и ресурсов новых осваиваемых территорий. С этого времени исследования региона стали носить систематический характер.

В этот период осуществляется множество физико-географических исследований, организованных Российской Академией наук, Петроградским ботаническим садом, позднее Русским географическим обществом, Геологическим комитетом и др. Часть маршрутов большинства предпринятых экспедиций по изучению Зауралья, Западной и Восточной Сибири проходила по территории СКО. Среди них следует назвать экспедиции под руководством ученых-географов: И.С. Гмелина (1733-1743), П.С. Палласа (1768-1774), И.П. Фалька (1768-1774), А.Ф. Гумбольдта (1829-1830), П.П. Семенова (1856), А.Ф. Миддендорфа (1871), военно-научные экспедиции Н.П. Рычкова (1770-1771), П.И. Шангина (1816) и др. [4-12].

Благодаря этим исследованиям осуществлялись геологические изыскания и поиск месторождений полезных ископаемых, первые геодезические съемки и картирование территории области, изучение почв, растительного покрова. Исследования региона стали базироваться не на маршрутно-страноведческих описаниях, а на всестороннем естественно-историческом изучении компонентов природы [3].

Большое значение в изучении природно-географических условий СКО имело строительство Транссибирской (1891-1896) и Среднесибирской железных дорог (1893-1899). По линиям строящихся дорог были предприняты многочисленные геологические, гидро-геологические, геолого-изыскательные экспедиции по изучению устройства поверхности, геологического строения, грунтовых вод, водоносности прилегающей местности [1, 13].

Начиная с 1908 г., в связи с переселенческой политикой, исследования в регионе осуществлялись экспедициями отдела земельных улучшений Переселенческого управления [13, 14]. В основном они носили узкоотраслевой характер и были направлены на изучение почвенно-ботанических особенностей области.

Целенаправленных ландшафтных исследований территории СКО на этом этапе не предпринималось. Тем не менее, в путевых заметках и трудах ученых, проводивших в этот период свои исследования на территории области, можно встретить ценные ландшафтно-географические наблюдения и описания.

Так, Палласом П.С. (1768-1774) при изучении физико-географических условий Приишимья особое внимание уделено связям компонентов природной среды, на основании которых им сделаны многие важные физико-географические выводы. Ценными являются его наблюдения за особенностями ландшафтов исследуемой местности, сменой растительности при переходе от черноземных степей к солончакам [4].

А.Ф. Миддендорф (1871), побывав в Ишимской степи, отметил, что на гривах растительность беднее, но зато менее сыро, здесь развиты черноземы незначительной мощности, большие пространства заняты солонцами. По словам ученого, на пути следования маршрута экспедиции кроме степной растительности и островков березового леса попадались и кустарники, поэтому данную местность он назвал березовой степью. Им было отмечено, что на этой территории повторяются годы великих «смоков» и засух [3, 6, 9].

Особое внимание изучению природных комплексов региона уделено Л.С. Бергом и П.Г. Игнатьевым (1898). Учеными сделан вывод о том, что лесостепь – это явление, созданное природой, а не человеком. Наиболее интересными являются леса вдоль рек, или уремы. Материалы этих исследований использованы Л.С. Бергом для дальнейшего обоб-

щения принципа взаимозависимости природных компонентов, проведения ландшафтного деления и создания учения о географических ландшафтах [14, 15].

Большое значение в изучении территории области в ландшафтно-географическом отношении имели отраслевые исследования многочисленных экспедиций по изучению отдельных компонентов ландшафтов. Изучение устройства поверхности, рельефа, геологического строения, характера слагающих пород и отложений территории СКО связано с целым рядом исследователей: А.Ф. Миддендорфом, Б. Коттом (1860-1867), И.Д. Черским (1865-1869), К.И. Богдановичем (1892–1894), А.А. Краснопольским (1896), Н.К. Высоцким, А.К. Мейстером, А.И. Корнеевым, И.И. Жилинским (1890-1898, 1907), Н.Г. Красиным, А.А. Козыревым, А.П. Нифантовым (1910-1916), Я.С. Эдельштейном (1930, 1932), И.П. Герасимовым, Н.Н. Розовым (1940, 1948), П.С. Суловым (1947), Б.А. Федоровичем (1957), И.А. Волковым (1961, 1964, 1965, 1979), В.Е. Антыпко (1962), Г.П. Корюкиным, Р.П. Теуш, И.Р. Шаймерденовой, Ц.С. Гринберг (1966), С.А. Архиповым (1971), М.Е. Городецкой (1972), Г.Е. Коломиец (1973, 1976) и др. [2, 3, 6, 16-18].

И.Д. Черским доказано существование на территории Приишимья континентального режима в неогене и постплиоцене [6]. Н.К. Высоцкий (1896) провел обобщение общей картины геологического строения территории области. Работы К.И. Богдановича, А.А. Краснопольского, Н.К. Высоцкого легли в основу геологической карты и стратиграфических схем третичных и четвертичных отложений территории Северного Казахстана [1, 6, 12]. Ряд работ Б.А. Федоровича посвящен вопросам изучения палеогеографии региона. В трудах И.А. Волкова рассматриваются древние ложбины стока, лёссовидные отложения, вопросы палеогеографии, экзогенного рельефообразования Ишим-Тобольского междуречья. Исследования М.Е. Городецкой посвящены изучению морфоструктуры и морфоскульптуры юга Западно-Сибирской равнины, происхождению западин и котловин. В.Е. Антыпко выполнена работа по исследованию континентальных палеогеновых и неогеновых отложений Петропавловского Приишимья [16, 17].

Гидрологические и лимнологические данные встречаются в многочисленных работах ученых: П.С. Палласа (1768-1774), И.П. Фалька (1768-1774), П.А. Словцова (1844), П.П. Семенова (1856), И.И. Завалишина (1862), в трудах А.А. Краснопольского, Н.К. Высоцкого (1896) и др. [2, 3, 17, 18].

Учеными Л.С. Бергом и П.Г. Игнатовым (1898) проведены подробные исследования геологического строения, рельефа дна, глубин, температурного режима озер Теке, Кызылкак, Селетытениз, собраны зоологические и ботанические коллекции [15]. Ценные сведения о характере размещения пресных и соленых озер, периодических колебаниях их уровня и связи с грунтовыми водами отмечены в работах К.И. Богдановича (1892–1894). Заключение о континентальном происхождении горько-соленых озер области сделаны Н.К. Высоцким (1896). Изучение геологического строения озер Теке и Улькенкарой проводилось К.Н. Пестовским (1936), тенизов Северного Казахстана Е.Н. Посоховым (1949). Исследованием озер региона занимались также И.В. Ефимова, Г.Г. Муравлев (1966), П.П. Филонен, Т.В. Омаров (1974) [6, 17].

Сведения о почвенном и растительном покрове области содержатся в работах П.С. Палласа (1768-1774), И.П. Фалька (1768-1774), А.И. Левшина (1832), А.Ф. Миддендорфа (1871), Л.С. Берга (1898, 1913), А.Я. Гордягина (1900, 1903) и др. [2, 3, 6, 12, 17].

Проведение систематических почвенно-ботанических исследований территории области связано с экспедициями Переселенческого управления, участие в которых приняли видные почвоведы и геоботаники того времени: К.Д. Глинка (1908), И.М. Крашенинников (1908, 1910), Г.М. Тумин (1908), Э.И. Бокун (1910), В.М. Савич (1910, 1914), В.И. Искюль (1912), А. Райкин (1912, 1914) и др. [2, 6, 17]. За период 1908-1914 гг. почвенно-

ботаническими экспедициями изучены и установлены границы почвенных зон, подробно описаны условия формирования наиболее распространенных почв территории области.

Обширный материал детальных почвенных исследований обобщен в работах Е.Н. Ивановой (1930), С.П. Матусевича, А.М. Петелиной (1933, 1934), Н.Н. Розова (1942), А.М. Дурасова (1953) и др. Позднее на основе специальных экспедиций коллективом почвоведов Института почвоведения АН КазССР (У.У. Успанов, Ю.Г. Евстифеев, Д.М. Стороженко и др.) проведена среднемасштабная съемка и детально исследован почвенный покров области, составлены почвенные карты (1970, 1976) [17].

Геоботаническими исследованиями территории региона занимались А.К. Гордягин (1900), Г.И. Танфильев (1902), Б.Н. Городков (1912), П.Н. Крылов (1916), В.И. Баранов (1927), Н.А. Иванова, И.М. Крашенинников (1934), В.А. Николаев (1964) и др. [2, 6, 17]

И.М. Крашенинниковым (1932) в период экспедиций, организованных Петроградским ботаническим садом, на территории СКО подробно изучены особенности взаимосвязи леса и степи, установлены закономерности изменения почвенно-растительного покрова речных долин степной зоны в связи с их геоморфогенезом («цикл Крашенинникова»). Материалы исследований послужили основой для разработки геоботанического районирования и подробной классификации степей [2, 6].

Зоогеографические исследования на территории области осуществлялись учеными И.Я. Словцовым (1878), А. Морозовым (1896), М.Д. Рузским (1897), А.М. Чельцов-Бебутовым (1964, 1970) и др. [2, 3, 12].

Начало организации целенаправленных ландшафтно-географических исследований территории СКО приходится на середину XX в. и связано с решением важных социально-экономических задач (освоение целинных и залежных земель, ландшафтно-экологическое обоснование проектов природопользования и др.).

В этот период большие комплексные исследовательские работы на территории области выполнялись Особой экспедицией СОПСА АН СССР по землям нового сельскохозяйственного освоения (1954-1960), Ботаническим институтом РАН, Институтом географии АН СССР (1963, 1969), Институтом почвоведения АН КазССР (1970, 1976). Исследования осуществлялись большими коллективами ученых, в составе которых работали специалисты различных отраслей: геоморфологи, гидрологи, почвоведы, ботаники, ландшафтоведы и др. Итогом их явилось создание фундаментальных трудов: «Природное районирование Северного Казахстана» (1960), «Почвы Северо-Казахстанской области» (1960), «Западная Сибирь» (1963), «Казахстан» (1969), «Казахстан. Очерк природы» (1971), «Растительность степей Северного Казахстана», Географический атлас Целинного края (1964), атлас Северного Казахстана (1970), Атлас КазССР (1982) [2, 3, 6, 13, 17, 19].

Существенный вклад в изучение и систематику ландшафтов региона внесли ученые: Б.А. Федорович (1960), В.А. Николаев (1964, 1970, 1979), А.Г. Исаченко (1988), Н.А. Гвоздецкий, В.М. Чупахин, Л.К. Веселова, Г.В. Гельдыева (1979, 1982, 1992, 2006) и др. [16, 17, 19].

Под руководством В.А. Николаева в период 1962-1966 гг. в области осуществляла исследования комплексная экспедиция географического факультета МГУ «Целинная». Экспедицией проведено изучение не только особенностей физико-географических условий и природных компонентов области, но и работы по ландшафтно-экологическому обоснованию проектов освоения целинных земель, адаптивного ландшафтного земледелия [16, 19].

Большой вклад в исследование природных условий СКО внесли ученые Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева (СКГУ им. М. Козыбаева). В разные годы ими организованы многочисленные экспедиционные исследования по изучению особенностей природно-ландшафтных условий области.

Под руководством Г.Д. Овчинникова (1956-1969) проведены комплексные экспедиции по исследованию соленых и горьких озер, рельефа Ишимской степи и других физико-географических условий региона, собран богатый материал по строению глив. А.А. Карстеном принято участие в экспедициях географического факультета МГУ по комплексному изучению природы СКО. Материалы исследований вошли в содержание «Географического атласа Целинного края» (1964) [4, 13].

Исследование рельефа Приишимья, генезиса глив и озерных котловин проводились Н.П. Белецкой (1971, 1982, 1986, 1992). Ею совместно с Г.Д. Овчинниковым, Г.Е. Коломиец обоснована гипотеза происхождения глинного рельефа в результате абразионно-аккумулятивной деятельности движущейся водной среды на дне водоема (водоемов) (1970, 1976) [6, 13]. Тщательные морфометрические измерения озерных котловин, обоснование их генезиса, районирование территории области по показателю озерности выполнены С.Г. Водопьяновой (1985). М.М. Тайжановой проведены морфологические и морфометрические исследования эрозионных форм рельефа региона (1991), издана работа по климату СКО (1989).

Комплексные почвенно-географические исследования региона с учетом рельефа, литологии, геоморфологической и климатической обстановки осуществлялись А.А. Грибским (1984). Результаты исследований позволили ученому выявить закономерности формирования и пространственной дифференциации природных ландшафтов Ишимской степи и провести ландшафтно-типологическое районирование. В 2004 г. им опубликована работа «Почвы и земельные ресурсы Северо-Казахстанской области».

В изучение животного и растительного мира области большой вклад внесли В.И. Дробовцев (1978), В.С. Вилков (1988), В.В. Силицын (2005). В.И. Дробовцевым издана работа «Малочисленные, редкие и исчезающие животные Северо-Казахстанской области» (1992).

И.Н. Лиходумовой (2009) выполнены исследования по определению ландшафтного разнообразия области, большое внимание уделено изучению ландшафтно-геохимических условий территории региона.

Связаны с Северо-Казахстанской областью также научные исследования ученых СКГУ им. М. Козыбаева: Е.Ф. Рауче, А.И. Зинченко, В.А. Борисенко, А.М. Носорова, Т.В. Лебедевой, А.В. Шатных, В.С. Христюбского, Т.К. Шакеновой, С.А. Тесленок, С.И. Жукова, А.Е. Мрачковского, Р.Н. Дисембаева, П.С. Дмитриева, С.В. Пашкова, Б.Б. Доскеновой и др.

В 2006 г. коллективом кафедры географии и экологии подготовлена и издана «География Северо-Казахстанской области», в которой обобщены результаты многолетних исследований природно-географических особенностей региона [6].

Ландшафтно-географические исследования региона продолжают и в настоящее время. Они носят не только комплексный ландшафтно-географический характер, но и экологическую направленность и связаны с поиском решений по оптимизации взаимодействия человека и окружающей среды и предотвращения неблагоприятных последствий его хозяйственной деятельности.

Таким образом, территория СКО в ландшафтно-географическом отношении изучалась в отдельные периоды с разной интенсивностью. За длительный период освоения региона были проведены разносторонние специальные региональные и комплексные географические исследования. Созданы многочисленные труды, которые послужили ценным источником формирования научных представлений о природно-географических особенностях территории СКО. Большое значение в изучении природных условий региона имело его выгодное географическое положение, установление тесных дипломатических, экономических, военно-политических отношений Казахстана с Россией.

Список литературы

1. Атлас по истории Северо-Казахстанской области. – Петропавловск, 2007. – 35 с.
2. Бейсенова А.С. Исследование природы Казахстана. – Алматы: Изд-во Казахстан, 1979. – 246 с.
3. Бейсенова А.С. Роль русских ученых в познании природы Казахстана с древних времен до середины XX века. – Алматы: Мектеп, 2012. – 384 с.
4. Паллас П.С. Путешествие по разным местам Российского государства по велению С-Петербургской академии наук / Пер. с нем. Ф. Томанского. – СПб., 1786. – Ч. 2. – Кн. 2. – 571 с.
5. Фальк И.П. Записки. Полное собрание ученых путешествий по России, издаваемое Императорской Академией наук. – СПб., 1824. – Т. 6. – 546 с.
6. География Северо-Казахстанской области: Уч. пособие. – Петропавловск. - 2016. – 159 с.
7. Гумбольдт А. Центральная Азия. – М., 1915. – 350 с.
8. Нечаева С. Роль академических экспедиций XVIII века в освоении и изучении Азиатской России // Вестник Челябинского университета. – Сер. 10. Востоковедение. Евразийство. Геополитика. – 2002. – № 1. – С. 161.
9. Горбунов А. Первые исследователи Казахстана. От Петра Рычкова до Якова Гавердовского / Известия Казахстан. – 2010. – № 19 (195). – С. 4.
10. Антончев Н.В. Иван Шангин – первоисследователь Приишимья // Социально-политическая история Приишимья (Тезисы выступлений на конф.). - Целиноград, 1990. – С. 62-65.
11. Магидович И.П. Очерки по истории географических открытий / И.П. Магидович, В.И. Магидович. – М.: Просвещение, 1986. – Т. 3. – 320 с.
12. Пашков С.В. Лесостепное Приишимье: формирование и накопление географических знаний в XVIII- нач. XX вв. // Вестник КазНУ, 2010. – С 35-42.
13. Северо-Казахстанская область. Энциклопедия. – Алматы: Арыс, 2006. – 672 с.
14. Бейсенова А.С. Исторические основы географических исследований Казахстана. – Алматы: КазгосНИИ, 2001. – 280 с.
15. Берг Л.С. Соленые озера Селеты-Денгиз, Теке и Кызыл-Как Омского уезда. Физикогеографический очерк / Л.С. Берг, П. Игнатьев. – М., 1901. – 92 с.
16. Гвоздецкий Н.А. Казахстан: Очерк природы / Н.А. Гвоздецкий, В.А. Николаев. – М.: Мысль, 1971. – 295 с.
17. Безсонов А.И. Почвы Казахской ССР. Северо-Казахстанская область. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. - Вып. 1. – 175 с.
18. Яворская В.Н. Исследователи XVIII-нач. XX вв. о природе Северного Казахстана // Вопросы региональной географии Казахстана. - Алма-Ата, 1979. – С. 114-123.
19. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. - М.: Изд-во МГУ, 1999. – 288 с.
20. Краснова Н. Атлас планов и карт по истории Северного Казахстана в архивах области // Қазақстан мұрағаттары. – 2008. – №1 (5). – С. 69-75.

Получено 15.11.2017

УДК 574:504 (911)

Т.К. Салихов, Т.С. Салихова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОЕКТИРУЕМОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА» В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Статья посвящена проблемам охраны окружающей среды Казахстана на примере проводимого проекта, где приводятся результаты анализа агрометеорологических условий проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» в Западно-Казахстанской области. На основе экосистемного анализа и ГИС-технологии проанализировано современное климатическое состояние, составлены карты исследуемой территории.

Бұл ғылыми зерттеулер жүргізіліп отырған жоба мысалында Қазақстанның қоршаған ортасын қорғау мәселелеріне арналған. Жұмыста Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бокейорда» мемлекеттік табиғи резерватының агрометеорологиялық жағдайын талдауы жасалынған. Экожүйелік талдау және ГАЗ технологиясы негізінде қазіргі кездегі климаттық жағдайы талданып, зерттелген территорияның карталары жасалынған.

The article is devoted to the problems of environmental protection in Kazakhstan by the example of the ongoing project, which presents the results of the analysis of the agrometeorological conditions of the projected state nature reserve «Bokeiorda» of the West Kazakhstan region. Based on the ecosystem analysis and GIS-technology, the current climatic state is analyzed, the maps of the investigated territory are compiled.

Ключевые слова: *государственный природный резерват, осадки, температура воздуха, относительная влажность, снежный покров, направление и повторяемость ветра.*

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе.

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Западно-Казахстанской области представлена тремя государственными природными заказниками республиканского значения и семью ООПТ областного значения. Суммарная площадь их составляет 188,7 тыс. га или 1% от всей площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и со статусом юридического лица [1].

Цель исследования: изучение климатических метеорологических условий геоэкосистем Волга-Уральского междуречья и разработка научного обоснования для создания государственного природного резервата «Бокейорда» в Западно-Казахстанской области для сохранения мест обитания редких и эндемичных видов биоразнообразия. В Казахстане Комитетом лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан принята Программа по развитию научно-исследовательских работ по сохранению биологического разнообразия, в рамках которой предусмотрены работы по созданию государственного природного резервата «Бокейорда». Исследования выполнялись в рамках проекта правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленной на увеличение степных экосистем.

В связи с этим в исследованиях на западе Западно-Казахстанской области, географически в бассейне рек Малого Узенья и Ащыозек, на пространстве Волго-Уральского междуречья, в северо-западной части Прикаспийской низменности в пределах территории Жанибекского, Казталовского и Бокейординского районов на полого-плоской и слабо-волнистой равнине были изучены климатические условия геоэкосистем по общепринятым методикам [2-6].

Результаты исследования. Благодаря своему географическому положению, проектируемая территория находится на глубине умеренного климатического пояса – обширной, достаточно однородной в климатическом отношении сплошной широтной полосы.

Этот пояс господства воздуха умеренных широт расположен между летним положением полярного и зимним положением арктического главного атмосферного фронта. Внутри этого климатического пояса территория связана с одним из четырех типов климата – континентальным, связанным весь год с циркуляционной зоной западного переноса. Выражены четыре сезона года.

Расположение проектируемой территории вдали от Атлантического и Северного Ледовитого океанов, от Средиземного и Черного морей, а также непосредственная близость центральной части самого обширного материка Евразии определяют формирование здесь

резкого континентального подтипа климата. Резкая континентальность проявляется в резких температурных контрастах дня и ночи, зимы и лета, в быстром переходе от зимы к лету, засушливости и обилии солнечной радиации.

По данным метеорологической станции п. Жанибек, среднемесячная температура января $-12,3^{\circ}\text{C}$, июля $+23,2^{\circ}\text{C}$, среднегодовая $+5,9^{\circ}\text{C}$; наибольшее среднемесячное количество осадков - в июне (35 мм), наименьшее - в феврале (14 мм), среднегодовое количество осадков - 290 мм (рис. 1). Наибольшая сила ветра приходится на февраль, где скорость ветра достигает 5,5 м/с.

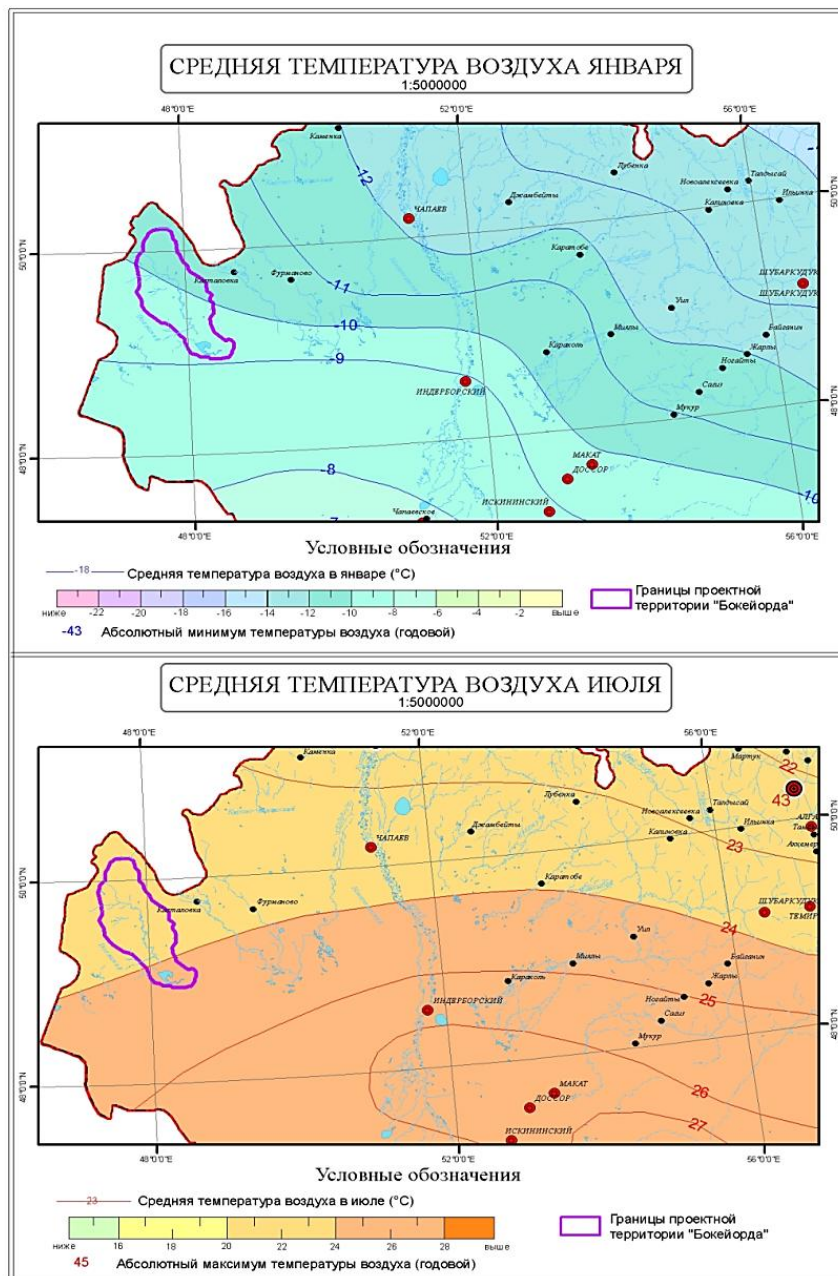


Рисунок 1 – Климатическая карта ГПТ «Бокейорда» (среднегодовая температура июля и января)

К югу проектируемой территории на Урдинском участке, расположенном в пределах Бокейординского района, среднемесячная (по данным метеорологической станции п. Урда) температура января $-11,0^{\circ}\text{C}$, июля $+24,4^{\circ}\text{C}$, среднегодовая $+7,2^{\circ}\text{C}$; наибольшее среднемесячное количество осадков - в июне (28 мм) и июле (24 мм), наименьшее - в феврале (11 мм), среднегодовое количество осадков - 229 мм.

Сильные ветра дуют в марте и апреле, их скорость достигает 5,1-5,2 м/с. На востоке (по данным метеостанции Ащыозек) температура января $-12,4^{\circ}\text{C}$, июля $+24,0^{\circ}\text{C}$, среднегодовая $+5,9^{\circ}\text{C}$; наибольшее количество осадков выпадает в июне (32 мм), наименьшее - в феврале (13 мм), среднегодовое количество осадков составляет 266 мм. Сильные ветра наблюдаются в зимнее время в январе и феврале, скорость ветра в это время доходит до 5,6-5,9 м/с. (табл. 1, 2, 3).

Характерна большая изменчивость климатических условий по отдельным годам. В весеннее время температура воздуха нарастают быстро, однако эти потепления происходят скачкообразно с периодическими возвратами похолоданий вплоть до появления заморозков. Продолжительность весны в пределах температурных границ составляет всего лишь примерно полтора месяца. Весна здесь довольно засушливая.

Таблица 1

Среднемесячная и годовая температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Ащыозек	-12,4	-11,7	-5,2	6,9	16,0	20,9	24,0	21,8	14,3	6,2	-2,0	-8,1	5,9
Жанибек	-12,3	-11,8	-4,5	7,4	15,9	21,1	23,2	21,9	15,0	6,5	-1,7	-8,7	5,9
Урда	-11,0	-10,4	-3,0	8,8	17,2	22,2	24,4	22,9	16,8	7,4	-0,5	-7,0	7,2

Летом значительное облучение поверхности солнечной радиацией способствует иссушению почв и нередко наступлению засухи. Увлажнение атмосферными осадками подвержено большой изменчивости: засушливые годы чередуются с годами достаточного и даже избыточного увлажнения. Особенно велика изменчивость месячных и сезонных сумм осадков и меньше годовых, причем доля летних осадков, по сравнению с зимними, существенно больше (рис. 2). Лето в целом характеризуется преимущественно ясной, сухой и очень жаркой погодой.

Таблица 2

Среднемесячное и среднесуточное количество осадков, мм

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Ащыозек	20	13	17	21	29	32	28	24	18	27	24	22	266
Жанибек	21	14	19	23	22	35	30	27	19	23	21	24	290
Урда	17	11	15	18	17	28	24	21	15	23	21	19	229

Для осени характерны меньшие, чем летом, амплитуды температуры воздуха, увеличение облачности, уменьшение осадков. Падение температуры от месяца к месяцу происходит сначала медленно, к концу осени оно возрастает, а в предзимье темп падения вновь замедляется. Территория относится к засушливой зоне. Относительная влажность воздуха рассматриваемой территории представлена в табл. 3.

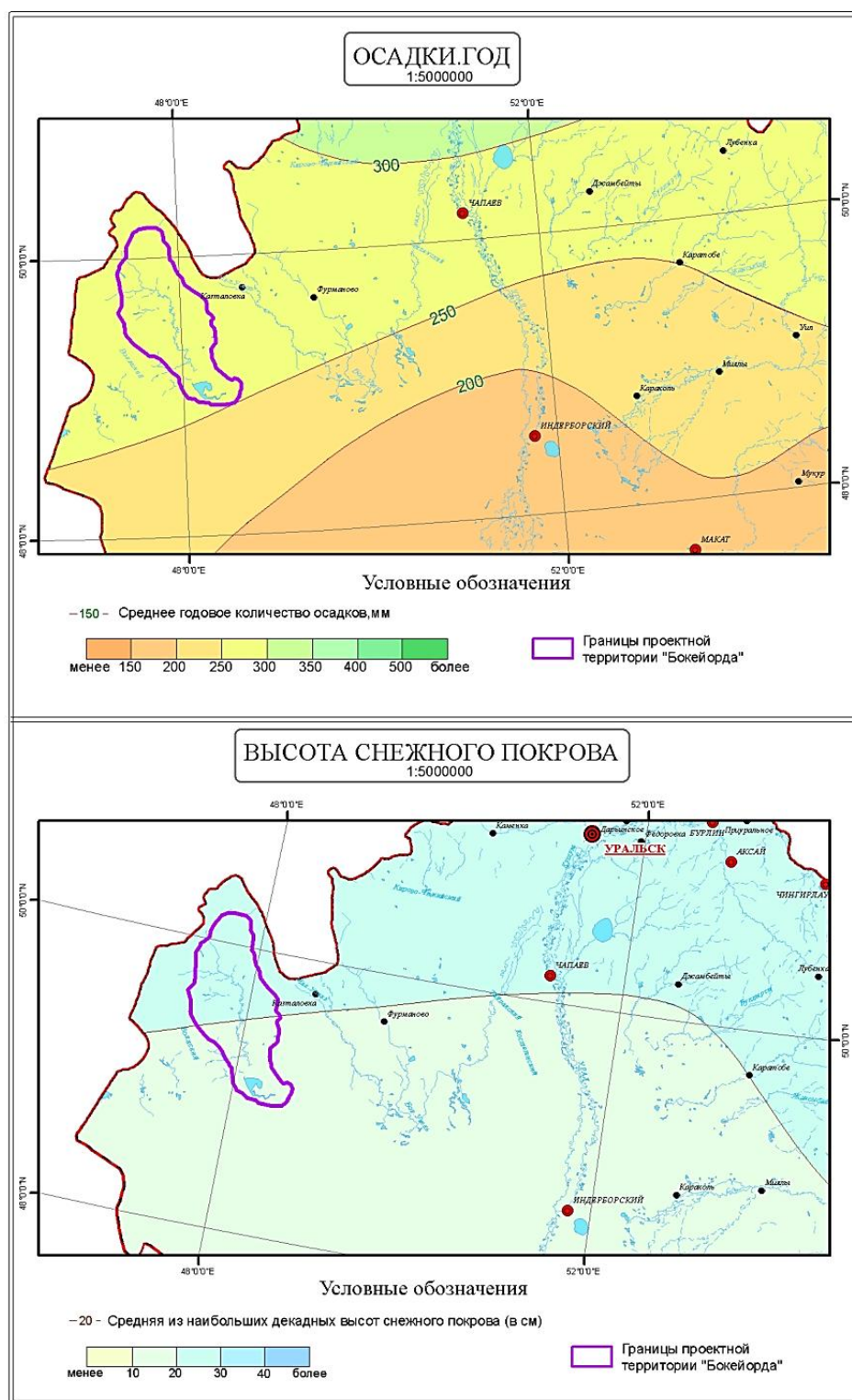


Рисунок 2 – Климатическая карта ГПТ «Бокейорда» (осадки, снежный покров)

Таблица 3

Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха (%)

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Ащыозек	87	83	85	68	55	48	50	50	60	73	83	87	69
Жанибек	85	82	83	66	54	47	49	52	59	73	82	86	68
Урда	84	82	79	58	48	44	46	48	56	69	77	84	65

В зимний период относительная влажность воздуха более 80%, летом - 44-52%, число дней с относительной влажностью воздуха - не более 30% (табл. 4).

Таблица 4

Число дней с относительной влажностью воздуха 30% и менее

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Жанибек	0,0	0,0	0,2	8,0	12,2	17,5	17,5	16,1	9,8	3,5	0,4	0,0	85,2
Урда	0,0	0,0	0,7	11,6	17,4	19,9	19,2	18,9	11,9	5,1	0,9	0,1	105,7

Так, относительная влажность воздуха менее 30% отмечена в летний период, с июня по август: от 17,5 – 19,9 дней в июне, до 16,1-18,9 в августе. Наибольшее число дней с относительной влажностью воздуха более 80% отмечено в зимний период (табл. 5).

В летнее время по всему региону наблюдается атмосферная засуха, ее средняя продолжительность в северной части может составлять 50-51 дней, к югу этот показатель достигает 55-60 дней.

Таблица 5

Число дней с относительной влажностью воздуха

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Жанибек	21,5	17,2	15,5	4,5	1,2	0,5	0,1	0,4	1,2	6,1	11,6	19,7	99,5
Урда	18,9	11,4	10,5	2,4	0,5	0,4	0,1	0,6	1,1	4,4	9,9	17,8	78,0

Средняя дата образования устойчивого снежного покрова в районе п. Жанибек приходится на 14 декабря, а появление снежного покрова отмечено 21 ноября. На юге у п. Урды снежный покров в среднем образуется 25 ноября. Полностью разрушается снежный покров обычно в середине марта. Крайние даты в районе Урды - 13 марта – 12 апреля. Средняя дата схода снежного покрова на севера у п. Жанибек 26 марта, на юге в районе Урды - 23 марта, а ранняя - 27 февраля. Поздняя дата схода снежного покрова отмечена 12 апреля. Число дней со снежным покровом на севере составляет 111 дней (Жанибек), на юге - 93 дня (Урда) (табл. 6).

Таблица 6

Дата установления снежного покрова

Станция	Число дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова			Дата образования устойчивого снежного покрова			Дата разрушения устойчивого снежного покрова			Дата схода снежного покрова		
		средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя
Жанибек	111	21.XI			14.XII			19.III			26.III		
Урда	93	25.XI	10.X	15.I	19.XII	19.XI		13.III		12.IV	23.III	27.II	12.IV

Средняя наибольшая высота снежного покрова за зиму на востоке в районе Ащыозек - 43 см, на западе у п. Жанибек - 42 см, на юге Урды этот показатель составляет 26 см. Абсолютный минимум на юге в окрестности Урды - 6 см, максимум - 19 см в районе Ащыозека (табл. 7).

Таблица 7

Высота снежного покрова (см)

Станция	Месяцы и декады														
	ноябрь			декабрь			Январь			февраль			Март		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Ащыозек	-	-	3	4	4	7	9	14	17	17	18	19	17	11	6
Жанибек	-	-	3	3	4	9	11	17	18	17	15	15	14	10	5
Урда	-	-	-	2	3	6	6	10	10	10	10	8	8	5	-

Климатодиаграмма региона построена на основе материалов метеостанции Ащыозек, Жанибек, Урда (рис. 3, 4).

Для всего региона, как и в целом для внутриконтинентальных равнин, характерна ветреная погода. Средняя скорость ветра в году - 4,5-5,0 метров в секунду, число дней со скоростью ветра больше 15 м/с в среднем составляет на востоке 42 дней, на западе - 14 дней, а на юге - 25 дней, наибольшее – более 70 дней (табл. 8).

Таблица 8

Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/с

Месяц Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Ащыозек	5,6	5,9	5,7	5,1	4,9	4,6	4,2	3,9	4,1	4,4	4,8	5,3	4,9
Жанибек	5,1	5,5	5,2	4,6	4,5	4,2	4,0	3,8	3,8	4,2	4,6	4,8	4,5
Урда	4,5	4,9	5,2	5,1	4,6	4,2	4,2	3,9	4,4	4,8	4,8	4,7	4,6

Зимой преобладают (по убывающей) на востоке и на западе региона восточные и юго-восточные, на юге восточные и северные ветра, часто с метелью. Летом господствует в восточной части северо-восточные и северо-западные, на западе северные и северо-запад-

ные, а на юге северо-восточные и западные ветра. Особенно на западе часто поднимаются пыльные бури, в год они составляет 28 дней (табл. 9-14).

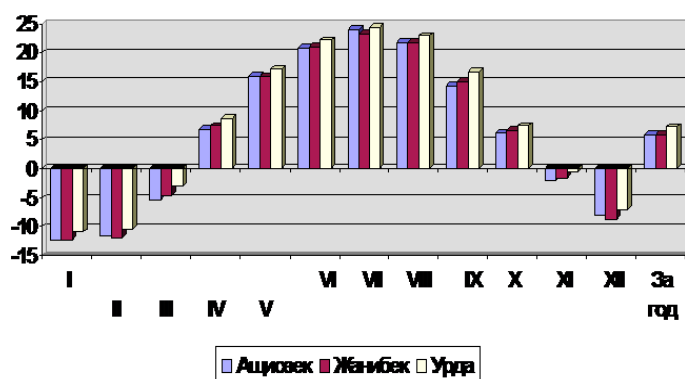


Рисунок 3 – Распределение среднемесячной температуры воздуха

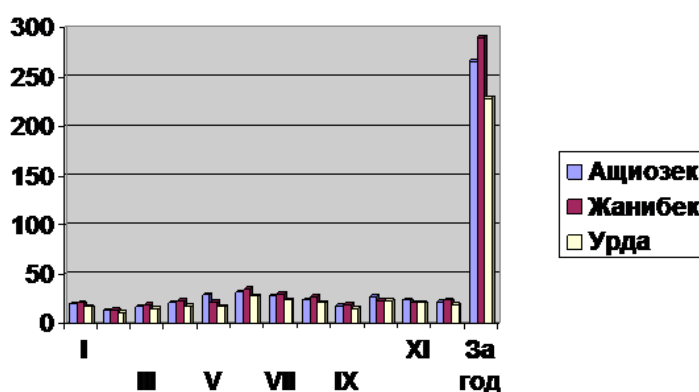


Рисунок 4 – Среднемесячное распределение количество осадков (мм)

Таблица 9

Повторяемость направлений ветра (ст. Ащюзек)

Направление ветра \ Месяцы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	9	11	13	21	12	14	12	8	11
Февраль	9	14	17	15	11	11	12	11	7
Март	9	17	14	12	10	11	15	12	6
Апрель	8	18	24	18	7	9	9	7	7
Май	8	15	17	16	8	13	11	12	9
Июнь	12	18	13	9	6	10	14	18	8
Июль	15	15	13	8	6	8	14	21	11
Август	15	13	10	12	8	10	14	18	13
Сентябрь	8	9	10	13	11	12	19	18	12
Октябрь	7	7	11	14	10	18	19	14	11
Ноябрь	9	14	18	16	10	12	11	10	10
Декабрь	8	9	14	21	14	13	14	7	7
Год	10	13	14	14	10	12	14	13	9

Таблица 10

Повторяемость направлений ветра (ст. Жанибек)

Направление ветра Месяцы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	12	9	15	16	15	15	12	6	7
Февраль	10	14	20	15	11	12	10	8	8
Март	11	16	17	11	12	11	12	10	8
Апрель	10	18	25	16	8	9	8	6	9
Май	11	12	17	15	10	13	11	11	8
Июнь	15	15	14	9	10	11	12	14	11
Июль	20	13	14	7	7	8	14	17	11
Август	15	14	11	11	11	11	13	14	12
Сентябрь	12	8	10	14	12	12	15	17	11
Октябрь	12	9	12	13	11	14	17	12	11
Ноябрь	10	13	19	17	11	12	10	8	10
Декабрь	9	8	14	18	16	14	12	9	8
Год	12	12	16	14	11	12	12	11	9

Таблица 11

Повторяемость направлений ветра (ст. Урда)

Направление ветра Месяцы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	8	15	20	15	9	12	13	8	5
Февраль	9	17	22	13	10	11	11	7	4
Март	10	19	18	11	9	9	14	10	2
Апрель	9	22	23	13	7	9	10	7	2
Май	10	19	18	11	7	10	13	12	3
Июнь	11	20	16	8	7	10	16	12	4
Июль	14	15	13	7	5	11	19	16	4
Август	11	14	16	10	7	10	16	16	4
Сентябрь	10	12	16	14	7	10	19	12	4
Октябрь	10	11	17	11	7	15	19	10	3
Ноябрь	7	16	27	14	8	10	12	6	4
Декабрь	8	13	24	15	9	11	13	7	4
Год	10	16	19	12	8	11	14	10	4

Таблица 12

Среднее число дней с сильным ветром (≥ 15 м/с)

Станция	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ащыозек	5,5	5,2	5,3	4,0	3,7	2,1	2,7	2,5	2,1	2,5	2,4	3,5	42
Жанибек	0,7	1,7	1,4	1,3	0,9	1,2	1,4	1,1	1,2	1,4	0,7	1,3	14
Урда	1,9	2,3	2,9	3,2	3,2	2,3	2,4	1,8	1,4	1,3	1,3	1,3	25

Таблица 13

Число дней с пыльной бурей

Станция	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Жанибек				0,9	5,1	5,0	5,5	5,3	4,3	1,2	0,1	0,1	27,5

Таблица 14

Число дней с метелью

Станция	Месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ащыозек	6	6	4	-	-	-	-	-	-	0,08	1	2	19
Урда	3	3	1	0,4	-	-	-	-	-	-	0,4	1	9

Зимой часто наблюдается антициклоны, охлаждение воздуха в которых усиливается влиянием снежного покрова и служит причиной суровых морозов. Вместе с тем в январе и феврале возможны оттепели с положительными температурами. Зимний сезон характеризуется преобладанием пасмурной погоды.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Организация и осуществление проекта государственного природного резервата «Бокейорда» в Западно-Казахстанской области способствует в перспективе сохранению уникальных природных объектов и редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Казахстана, а также геоэкологической стабильности в пределах территории Западно-Казахстанской области.

Учитывая, что в Западно-Казахстанской области в настоящее время отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия, и будет способствовать развитию экологического туризма. В значительной степени это будет связано с созданием крупного государственного природного резервата «Бокейорда» и комплексного государственного природного заказника на западе Западно-Казахстанской области.

Список литературы

1. Петренко А.З. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области / А.З. Петренко, А.А. Джубанов, М.М. Фартушина и др. - Уральск: ЗКГУ, 1998. - 176 с.
2. Андрищенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. - Минск, 1958. - С. 137-219.
3. Метод. указания по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица. Утвержденный Комитетом лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 апр. 2007 г., № 156.
4. Петренко А.З. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. Кадастр объектов природного наследия / А.З. Петренко, А.А. Джубанов, М.М. Фартушина и др. - Уральск: Изд-во РИО ЗКГУ, 2001. - 194 с.
5. Салихов Т.К. Географо-экологическая оценка состояний государственного природного резервата «Бокейорда». – Алматы: Эверо, 2017. – 232 с.
6. Salikhov T.K., Karagoishin Zh.M., Svanbayeva Z.S., Inkárova Zh.I., Dukenbayeva A.D., Sagatbaiev E.N., Rakisheva A.K. Geoeological assessment of the projected State Nature Reserve 'Bokeyorda' in West Kazakhstan Region. //Oxidation Communications. - 2016, № 39 (4). – С. 3579-3590.

Получено 15.11.2017

УДК 631.4

М.М. Тогузова, М.М. МамышеваВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ВКО**

В статье рассматривается методика определения комплексного показателя интенсивности деградации земель сельскохозяйственного назначения. Данная методика оценки дает возможность проанализировать динамику изменения в состоянии земель, особенно подверженных негативным процессам, выявить причины, влияющие на интенсивность деградации земель сельскохозяйственного назначения и предусмотреть мероприятия борьбы с ней.

Мақалада ауыл шаруашылық жерлерінің бүліну процестерінің қарқындылығын кешенді бағалау қарастырылады. Келтірілген бағалау әдісі жер жағдайының өзгеру динамикасын, әсіресе жағымсыз процестерге ұшыраған жерлеу талдауға мүмкіндік береді. Ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлердің бүліну процестерінің қарқындылығына әсер ететін себептерін анықтау және онымен күресу шаралары қарастырылған.

The article describes the definition technique of a complex indicator, degradation intensity of lands of agricultural purpose. The given assessment technique gives the chance to analyse dynamics of changing the lands especially subject to negative processes, to establish the reasons influencing degradation intensity of lands of agricultural purpose and to provide actions against it.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, деградация земель, комплексная оценка.

Земли сельскохозяйственного назначения составляют наиболее важную часть земельного фонда государства и подлежат особой охране. Особой охране подлежат и почвы, обладающие плодородным слоем и необходимые для производства сельскохозяйственной продукции, поэтому вопросы рационального использования и охраны земель имеют важное значение, особенно в условиях деградации земель. В связи с этим оценка интенсивности процессов деградации земель, их контроль, а также меры, необходимые для их предотвращения, имеют важное значение для сельского хозяйства как для страны в целом, так и для сельского хозяйственных предприятий в частности.

Методологические подходы по анализу и оценке интенсивности процессов деградации земель сельскохозяйственного назначения для районов Восточно-Казахстанской области включают следующие взаимосвязанные и последовательные этапы исследований.

Анализ основных негативных процессов сельскохозяйственных земель на территории ВКО. В Казахстане площадь сельскохозяйственных угодий составляет 226,6 млн га, из них орошаемые 2,3 млн га, в структуре сельскохозяйственных культур преобладают в основном зерновые культуры. Значительная часть земельных ресурсов под влиянием хозяйственной деятельности человека подвержена процессам опустынивания, таким как, деградация растительного покрова, дефляции песков, водная и ветровая эрозии, засоление орошаемых почв, техногенное опустынивание, загрязнение почвы и воды промышленными и бытовыми отходами, ядохимикатами и др. Эти факторы в совокупности приводят к изменению функции почв, т.е. количественному и качественному ухудшению их свойств, снижая природно-хозяйственную значимость.

Для анализа негативных процессов на территории ВКО были составлены карты мелиоративного состояния земель сельскохозяйственного назначения. В качестве исходных данных для составления данных карт послужили следующие данные: данные мелиоративных групп почв по пашне, сенокосу и залежи в разрезе районов ВКО; почвенная карта ВКО.

Для получения наглядных показателей мелиоративного состояния почв использовалась программа MapInfo Professional. В результате были составлены база данных для построения тематической карты качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения и карты мелиоративного состояния почв по угодьям (рис. 1, 2).

сх_пашня Список:3											
Наимен_ад	неослож_	зашебнени	засолени	солонц	смытые	дефлирова	вод_ветре	переувла	заболочен	прочие	итого
<input type="checkbox"/> Абайский	50	44.2	0.5	5.3	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Бородулихинский	75.5	3.8	0.9	0.1	10.8	8.9	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Глубоковский	61.1	1.9	0	0	36.2	0	0	0.8	0	0	0
<input type="checkbox"/> Жарминский	64.2	20.5	0.6	3.5	9.8	0	0	1.4	0	0	0
<input type="checkbox"/> Зырянский	68	8.2	0	0	19.9	0	0	3.9	0	0	0
<input type="checkbox"/> Кокпектинский	58.1	18.8	2.3	1.2	15.7	1.9	0.5	1.4	0	0	0
<input type="checkbox"/> Тарбагатайский	18.8	81.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Зайсанский	69.8	13	0	0	17.2	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Урджарский	68.6	2.7	1.1	0	25.7	1.8	0	0.1	0	0	0
<input type="checkbox"/> город Риддер	70.4	0	0	0	29.6	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Аягоский	54.8	41.6	0.7	2.9	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Шемонаихинский	49.6	3.9	0.1	0.1	42	3.3	0	1	0	0	0
<input type="checkbox"/> Уланский	56.2	21.1	0.6	2.4	17.4	0	0	2.3	0	0	0
<input type="checkbox"/> Курчумский	54.8	32.3	1.6	5.7	4	0	0	1.6	0	0	0
<input type="checkbox"/> Курчатов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Катон-Карагайский	54.1	25.6	0.4	0	18.1	0	0	1.8	0	0	0
<input type="checkbox"/> город Семей	61.3	32.7	1.2	4.8	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Бескарагайский	60.2	5	3.5	2.2	19.1	10	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> город Усть-Каменог	87.7	0	0	0	1.5	0	0	10.8	0	0	0

Рисунок 1 - База данных земель сельскохозяйственного назначения (пашня)

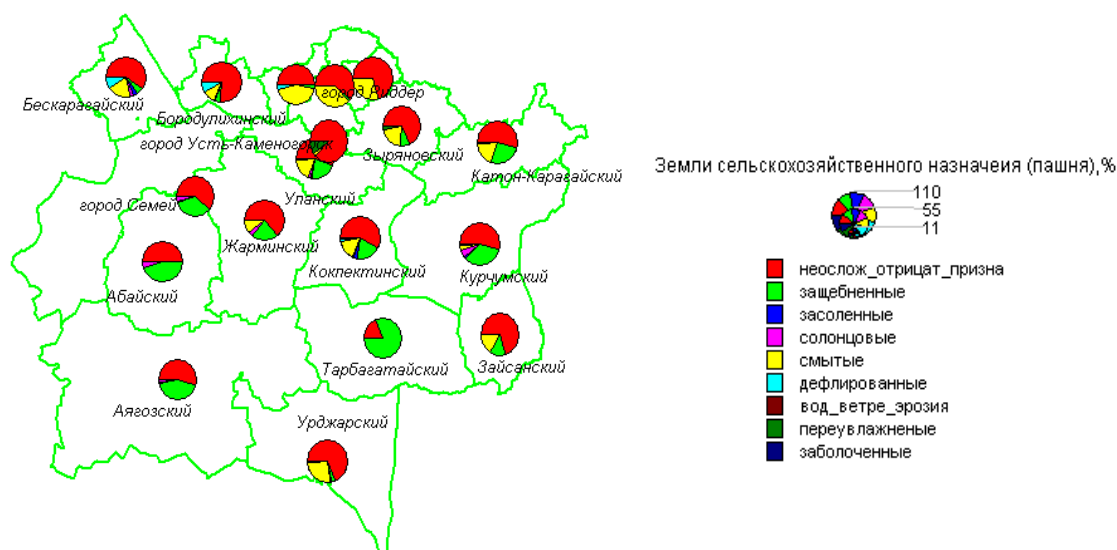


Рисунок 2 - Мелиоративная карта земель сельскохозяйственного назначения районов ВКО (пашня)

Таким образом, анализируя полученные карты, можно сказать о том, что во всех районах области доля почв, осложненных признаками засоления, солонцеватости, переувлаж-

нения, а также смывости, составляет не более 50%. Почвы сенокосных угодий, неосложненные отрицательными признаками, наблюдаются в северной, северо-восточной и северо-западном районах ВКО. Для пашни районов ВКО наибольшую долю составляют почвы, неосложненные отрицательными признаками (более 50%).

Районирование территории ВКО по степени деградации. Под степенью деградации почв и земель в целом понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение качества их состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова.

На основе разработанных тематических карт мелиоративного состояния земель районов ВКО была составлена общая тематическая карта районирования территории по преобладающим видам деградации земель по угодьям в разрезе районов ВКО (рис. 3)

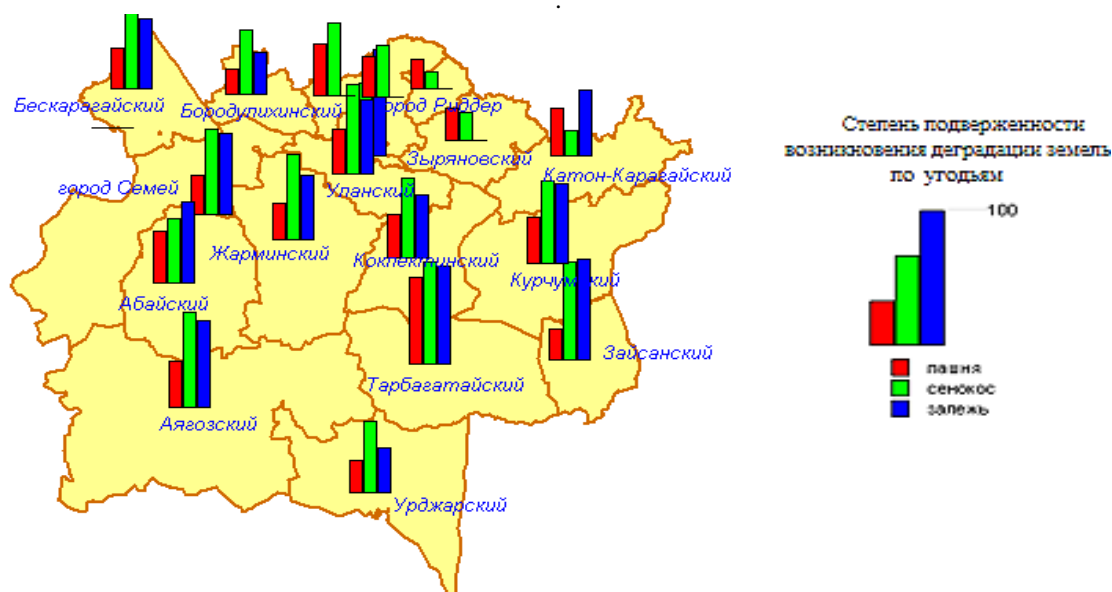


Рисунок 3 - Степень подверженности возникновения деградации земель по угодьям в разрезе районов ВКО

На основе выполненного исследования можно сделать заключение, что основными факторами, влияющими на возникновение деградации почв, являются защебнение, засоление, водная и ветровая эрозия, а также переувлажнение.

К примеру, в Глубоковском, Кокпектинском, Зайсанском, Урджарском, Шемонаихинском районах и в окрестностях города Усть-Каменогорска основным фактором деградации земель является переувлажнение, которое характеризуется плоскими слабодренированными водоразделами, сложенными плохо водопроницаемыми суглинками и глинами, что приводит к высоким уровням грунтовых вод. В результате здесь наблюдается вымокание озимых посевов в весеннее время и задерживание проведения посевных работ. Еще одной серьезной проблемой развития деградации почв сельского хозяйства в таких районах, как Бородулихинский, Жарминский, Кокпектинский, Бескарагайский, Глубоковский, Урджарский и в городе Риддере является эрозия и наличие защебненных земель. Эрозия почв приводит к снижению мощности почвы, содержания гумуса, общей деградации, падению урожайности и выводу земель из сельскохозяйственного использования.

Комплексная оценка интенсивности процессов деградации земель сельскохозяйственного назначения. Для характеристики состояния почв выделяются основные диагностиче-

ские, специфические показатели и дополнительные, дающие уточняющую информацию для оценки состояния почв, выяснения причин деградации, а также характеризующие последствия деградации. Набор параметров зависит от вида деградации, природных условий территории и т.д.

Многие показатели представляют собой характеристики свойств почв в абсолютном выражении. В ряде случаев необходимо применять сравнительные или относительные показатели, характеризующие отличие свойств относительного некоего оптимального «эталонного» состояния, соответствующего нулевому уровню потери природно-хозяйственной значимости земель, а также показатели, характеризующие скорость изменения состояния или скорость деградационных процессов.

Для сопоставления данных показателей использовался метод балльной оценки. Степень деградации земель по каждому диагностическому показателю характеризуется пятью уровнями: 1 балл - относительно слабая; 2 балла - умеренная; 3 балла - повышенная; 4 балла - высокая; 5 баллов - критическая.

Для комплексной оценки интенсивности деградации земель используется интегральный балл интенсивности деградации, который вычисляется по формуле (1) (по каждому сельскохозяйственному угодью):

$$B_{\text{и}} = \frac{B_1 \cdot B_{\%1} + B_2 \cdot B_{\%2} + \dots + B_n \cdot B_{\%n}}{B_{\%1} + B_{\%2} + \dots + B_{\%n}}, \quad (1)$$

где $B_{\text{и}}$ – интегральный показатель интенсивности деградации земель по мелиоративным признакам почв по районам; B_n – интегральный показатель интенсивности деградации земель по каждой мелиоративной группе сельскохозяйственных угодий; $B_{(\%)n}$ – степень деградации земель, %.

Результаты расчета интегрального показателя интенсивности деградации земель по районам приведены на рис. 4.

БИ ТАВ Список				
	назв_район	Би_пашня	Би_сенокс	Би_залежь
<input type="checkbox"/>	Бескарагайский	0.63	0.81	0.85
<input type="checkbox"/>	Абайский	1.98	1.07	2.43
<input type="checkbox"/>	Бородулихинский	0.43	0.75	0.74
<input type="checkbox"/>	Жарминский	0.74	1.29	1.8
<input type="checkbox"/>	Семей	0.48	1.91	2.44
<input type="checkbox"/>	Тарбагатайский	4.06	2.25	4.45
<input type="checkbox"/>	Зайсанский	0.77	1.54	3.27
<input type="checkbox"/>	Урджарский	1.07	1.01	0.46
<input type="checkbox"/>	Аягозский	1.92	1.29	2.32
<input type="checkbox"/>	Куршимский	1.21	1.36	3.17
<input type="checkbox"/>	Уланский	0.87	1.53	1.6
<input type="checkbox"/>	Глубокий	1.69	0.87	0
<input type="checkbox"/>	Зыряновский	0.75	0.51	0
<input type="checkbox"/>	Кокпектинский	0.73	0.87	0.99
<input type="checkbox"/>	Риддер	1.48	0.52	0
<input type="checkbox"/>	Шемонаихинский	1.78	1.67	0
<input type="checkbox"/>	Катон-Карагайский	1.07	0.51	0.88
<input type="checkbox"/>	Усть-Каменогорск	0.48	1.96	0

Рисунок 4 - Расчет интегрального показателя интенсивности деградации земель по районам

Следующий этап работы заключался в создании тематической карты в программной среде MapInfo Professional. Для наглядного отображения данных используется стандартная круговая картодиаграмма. Итоговый вид тематической карты интенсивности деградации земель по группам почв по районам представлен на рис. 5.

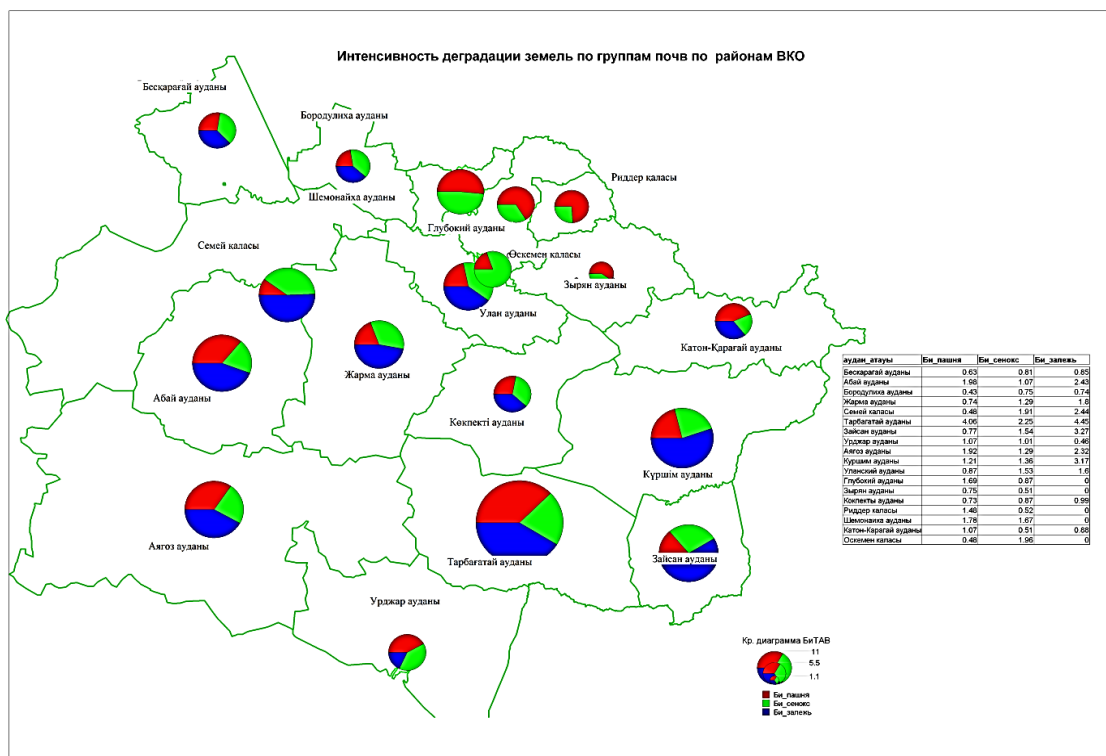


Рисунок 5 - Карта интенсивности деградации земель по группам почв по районам

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что наиболее низкий показатель интенсивности деградации земель по негативным признакам для пашни характерен для города Семей (Б_и - 0,48), Усть-Каменогорска (Б_и - 0,48), Бескарагайского (Б_и - 0,63), Уланского (Б_и - 0,87) районов.

Наиболее высокий показатель интенсивности деградации земель характерен для Тарбагатайского (Б_и - 4,06), Аягосского (Б_и - 1,92), Глубоковского районов (Б_и - 1,69). Это объясняется тем, что для данных городов характерна большая концентрация промышленных предприятий, что в свою очередь обуславливает высокий рост промышленного производства. Данный фактор является основной причиной возникновения негативных признаков в почвах: эрозия, защебенность, заболоченность, переувлажненность и др.

Далее рассчитывается интегральный показатель интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов по формуле (2):

$$B_{ир} = \frac{B_{пашня} \cdot S_1 + B_{сенокос} \cdot S_2 + B_{залежь} \cdot S_3 + \dots + B_n \cdot S_{18}}{S_1 + S_2 + \dots + S_{18}} \quad (2)$$

где B_{ир} - интегральный балл интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов; B_и - интегральный показатель интенсивности деградации земель по группам почв в районе; S₁S₂...S₁₈ - площадь сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокос, залежь) для каждого района.

Расчет интегрального балла интенсивности деградации земель приведен на рис. 6.

БиТАВ Список				
назв_район	Би_пашня	Би_сенокс	Би_залежь	Бир
<input type="checkbox"/> Бескарагайский	0.63	0.81	0.85	0.75
<input type="checkbox"/> Абайский	1.98	1.07	2.43	1.16
<input type="checkbox"/> Бородулихинский	0.43	0.75	0.74	0.46
<input type="checkbox"/> Жарминский	0.74	1.29	1.8	1.28
<input type="checkbox"/> Семей	0.48	1.91	2.44	2.01
<input type="checkbox"/> Тарбагатайский	4.06	2.25	4.45	2.76
<input type="checkbox"/> Зайсанский	0.77	1.54	3.27	1.81
<input type="checkbox"/> Урджарский	1.07	1.01	0.46	0.94
<input type="checkbox"/> Аягозский	1.92	1.29	2.32	1.47
<input type="checkbox"/> Куршимский	1.21	1.36	3.17	1.91
<input type="checkbox"/> Уланский	0.87	1.53	1.6	1.13
<input type="checkbox"/> Глубокий	1.69	0.87	0	1.51
<input type="checkbox"/> Зыряновский	0.75	0.51	0	0.64
<input type="checkbox"/> Кокпектинский	0.73	0.87	0.99	0.78
<input type="checkbox"/> Риддер	1.48	0.52	0	0.69
<input type="checkbox"/> Шемонаихинский	1.78	1.67	0	1.77
<input type="checkbox"/> Катон-Карагайский	1.07	0.51	0.88	0.79
<input type="checkbox"/> Усть-Каменогорск	0.48	1.96	0	0.69

Рисунок 6 - Интегральный балл интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов ВКО

На основе полученных данных была создана тематическая карта интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов (рис. 7).

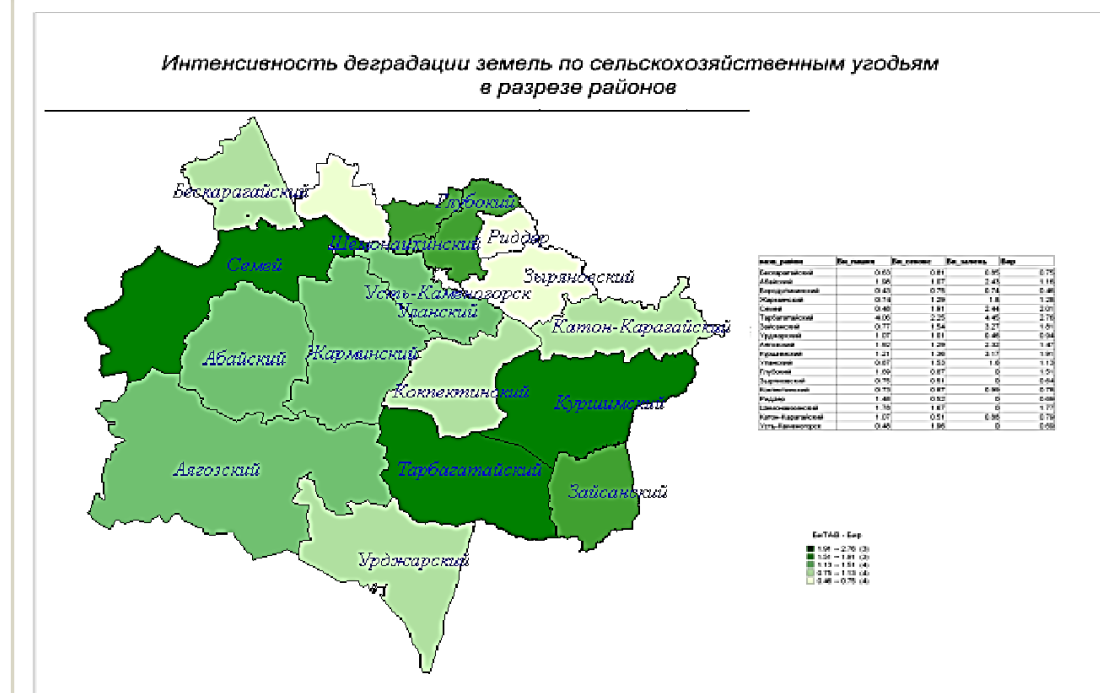


Рисунок 7 - Итоговая карта интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно отметить, что наиболее высокий показатель интенсивности деградации земель по сельскохозяйственным угодьям в разрезе районов характерен сельскохозяйственным землям города Семей (Б_{ир} - 2,01), Тарбагатайского (Б_{ир} - 2,76), Шемонаихинского (Б_{ир} - 1,77), Курчумского (Б_{ир} - 1,91) районов. Основной причиной наличия нарушенных земель является негативное антропогенное воздействие, а также природно-климатические условия, предрасполагающие появлению негативных признаков в почвах (засоление, защебнение, переувлажнение). Еще одним из факторов увеличения площади нарушенных земель является бессистемное использование сельскохозяйственных угодий, отсутствие должного контроля со стороны государственных органов.

Наименьшая деградация земель наблюдается в таких районах, как Бородулихинский (Б_{ир} - 0,46), Бескарагайский (Б_{ир} - 0,75), Кокпектинский (Б_{ир} - 0,78), Зыряновский (Б_{ир} - 0,64). Земли данных районов представлены в основном почвами, неосложненными негативными признаками. Полученные интегральные показатели позволяют выполнить сравнительный анализ интенсивности деградации земель административных территорий по каждому сельскохозяйственному угодью (Б_и), а также по району в целом (Б_{ир}).

Разработанная методика определения комплексного показателя интенсивности деградации земель дает возможность проанализировать динамику изменения в состоянии земель, особенно подверженных негативным процессам, выявить причины, влияющие на интенсивность деградации земель сельскохозяйственного назначения и предусмотреть мероприятия борьбы с ней. Данная методика может быть применима и на территории других областей с целью анализа изменения в состоянии земель в Республике Казахстан.

Список литературы

1. Умбетов А.К. Методы анализов в почвоведении и агрохимии: Учеб. пособие для студ. агрономических специальностей. – Алматы: Наука, 2009. – 220 с.
2. Блюм В. Проблемы и задачи почвоведения в XXI веке // Почвоведение. - 2001. - № 8. - С. 901-908.
3. Акбасова А. Охрана почвы / А. Акбасова, М. Дуамбеков, Г. Саинова. – Астана: Фолиант, 2011. - 293 с.
4. Почвоведение с основами геоботаники / Под. ред. Л.П. Груздевой, А.А. Яскина. – М.: Агропромиздат, 1991. - 447 с.
5. Яскин А.А. Практикум по почвоведению с основами геоботаники: Учеб. пособие для студ. вузов по землеустроительным специальностям / А. А. Яскин и др. - М.: Колос, 1999. - 255 с.
6. Капралов Е.Г. Основы геоинформатики: Учеб. пособие для студ. вузов: В 2 кн. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др. – М.: Академия, 2008. - Кн. 1 – 384 с.

Получено 15.11.2017

УДК 528.946

М.М. Тогузова, Е.В. Медведева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ КАРТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ

В статье рассмотрены основные аспекты развития туристической деятельности и перспективы дальнейшего развития геотуристической отрасли на территории Восточно-Казахстанской области. Приведены особенности разработки различных карт для развития туристической отрасли в Восточном Казахстане.

Мақалада Шығыс Қазақстан облысы аумағындағы геотуристiк саланың одан әрi дамуына алғы шарттар және туристiк қызметтi дамытудың негiзгi аспектiлерi қарастырылған. Шығыс Қазақстандағы туристiк саланың дамуы үшiн түрлi карталарды даярлау ерекшелiктерi келтiрiлген.

The article considers the main aspects of the development of tourism activities and the prerequisites for further development of the geo-tourist industry in the territory of the East Kazakhstan region. Features of the development of various maps for the development of the tourism industry in Eastern Kazakhstan are given.

Ключевые слова: туристические карты, геотуризм, ГИС-технологии

Казахстан стоит на рубеже нового этапа социально-экономической модернизации. Одной из важнейших задач государства на ближайшее десятилетие является реализация стратегии вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира.

Для решения этих задач решающую роль играют создание инновационной экономики и развитие несырьевого сектора в экономике страны, одним из приоритетов которого является туризм - едва ли не самый быстро растущий сектор экономики планеты. В концепции развития туристической Республики Казахстан, составленной на основе стратегий «Казахстан-2030», туризм рассматривается одной из важных сфер в социальном и экономическом развитии страны. Индустрия туризма может быть широким спектром бизнеса и основным фактором государственного, социального и экономического развития [1].

Современная индустрия туризма является одним из крупнейших высокодоходных и динамично развивающихся сегментов международной торговли услугами. В послании президента Н.А. Назарбаева народу Казахстана сказано, что стабильное развитие экономики способствует улучшению инфраструктуры туризма [1]. Обладая богатыми культурно-историческими и природными ресурсами, Казахстан стоит перед проблемой создания современной индустрии туризма, способной привлечь иностранных и отечественных туристов. Казахстан - страна богатейшей истории и культуры, где испокон веков сосуществовали религиозные и культурные традиции населяющих её народов. Казахстан, являясь большой по площади страной, обладает также уникальными природными ресурсами, на его территории находятся интереснейшие охраняемые природные территории, имеющие мировое значение. Наиболее значимыми природными ресурсами, необходимыми для развития туризма, являются: геологическое строение, морфологические особенности территории, водные объекты, разнообразие ландшафтов. Туристская индустрия включает в себя средства размещения туристов, транспорта, объекты общественного питания, объекты и средства развлечения, объекты познавательного, оздоровительного, делового, спортивного и иного назначения, организации, осуществляющие туристскую деятельность, а также организации, предоставляющие экскурсионные услуги и услуги гидов (гидов-переводчиков) [2].

Особо актуальным направлением туризма сегодня является геотуризм. Геотуризм - это путешествия с научными, познавательными, развлекательными и другими целями с использованием географических объектов природы. Основой для развития геотуризма на территории Восточно-Казахстанской области являются памятники природы различного характера, а также другие геобъекты, которые интересны для показа при его организации [3]. В связи с развитием данного направления туризма в Восточном Казахстане была разработана специализированная карта расположения геотуристических объектов (рис. 1).

Основное назначение карты заключается в наглядном отображении отдельных форм рельефа области, их комплексов и объектов, связанных с ними, имеющих туристическое значение, по которым можно проанализировать геотуристическое состояние, возможности и перспективы региона в целом (рис. 2).



Рисунок 1 - Обложка геотуристической карты Восточно-Казахстанской области (2016 г.)



Рисунок 2 - Внутренняя сторона геотуристической карты ВКО (2016 г.)

Другими словами, на карте отображены все компоненты рельефа, имеющие геотуристическое значение, и связанные с ними объекты: особо охраняемые природные территории республиканского и местного значения, туристические базы отдыха, санатории, профилактории, водогрязелечебницы, оздоровительные комплексы, кемпинги, зоны отдыха и рыбной ловли, пантолечебницы и другие объекты (рис. 3).



Курчумский район

Киин-Кириш - уникальный палеонтологический памятник природы. На его территории были найдены останки позвоночных животных древних времен и изредка встречаются растения, пришедшие из тропического прошлого. Практически все посетители этого места отмечали у себя появление тревожности, усиливающееся с каждой минутой. По легенде это место раньше предназначалось для человеческих жертвоприношений, и духи людей продолжают жить в Киин-Кирише...

Катон-Карагайский район

Это 643 477 гектар живописнейшей, почти нетронутой природы, одна из самых замечательных охраняемых территорий Республики Казахстан. Целями создания национального парка являются сохранение и восстановление уникальных природных комплексов Южного Алтая, имеющих особую экологическую, научную, культурную и рекреационную ценность и развитие экологического образования, научных исследований и туристической деятельности.

Рисунок 3 - Фрагмент карты с описанием геообъектов ВКО (2016 г.)

На сегодняшний день интерес к природным, историко-культурным, эстетическим, оздоровительным и другим ценностям в Казахстане, в том числе и в восточном регионе, неуклонно растет. Поэтому развитие геотуризма и создание туристической продукции в этой сфере является перспективным и благоприятным для дальнейшего становления на рынке туризма. Значимо также и то, что созданная геотуристическая карта может представлять интерес для широкого круга пользователей.

Разнообразие геотуристических ресурсов позволяет любому туристу выбрать себе маршрут путешествия по душе, возрасту, состоянию здоровья, склонностям и интересам (рис. 4).

На основе геотуристической карты была разработана интерактивная карта геотуристических объектов, в которой предлагаются туристические маршруты по Восточно-Казахстанской области (рис. 5).



Рисунок 4 - Диалоговое окно интерактивной карты «Туристические маршруты»

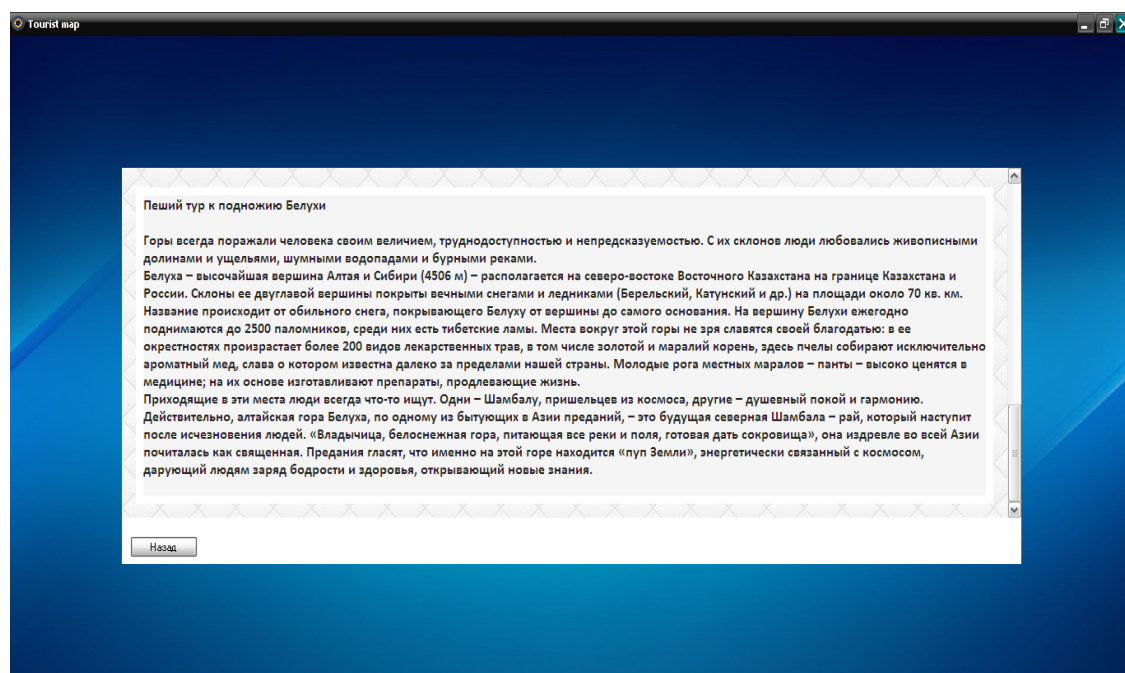


Рисунок 5 - Фрагмент описания туристического маршрута
«Пеший тур к подножию Белухи»

Каждый маршрут имеет описание геотуристических объектов и программу передвижения (рис. 6).

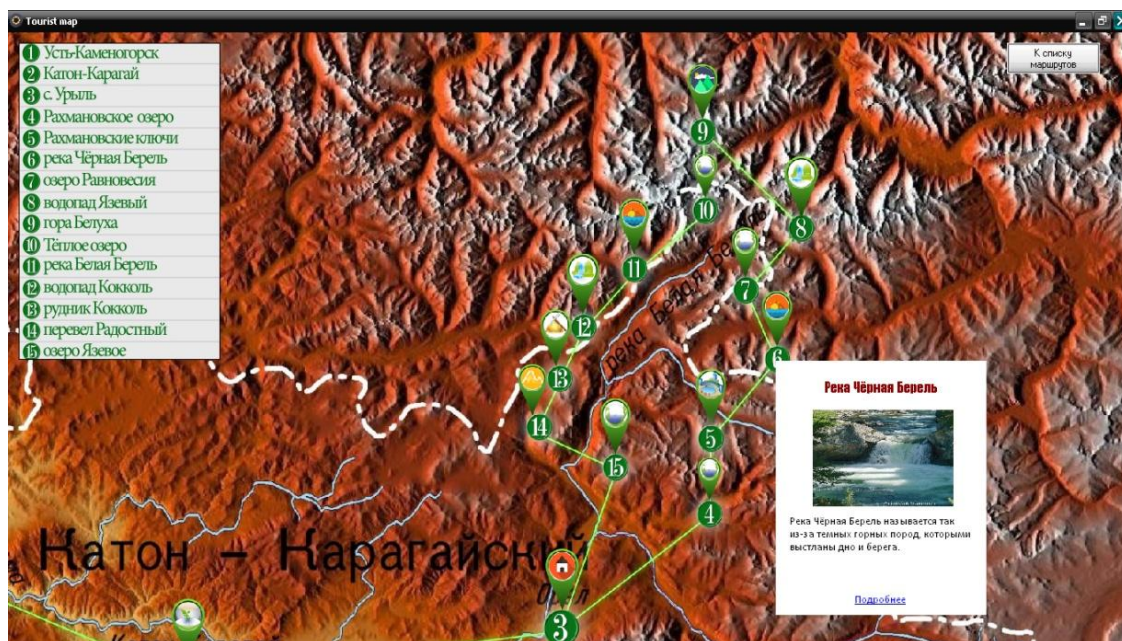


Рисунок 6 - Фрагмент интерактивной карты с указанием геотуристических объектов, включенных в маршрут «Пеший тур к подножию Белухи»

Геотуристические маршруты - это тематические маршруты с познавательной направленностью, вызывающие большой интерес и способные ярко представить историю развития территории в разные временные периоды.

Наша территория имеет потенциал для построения маршрутных трасс разной продолжительности и характера, основу которых пока представляют автомобильные дороги. Наравне с ними могут быть разработаны маршруты по водным объектам и конные маршруты, также возможно совмещать несколько средств передвижения с учётом степени доступности объектов.

Создавая интерактивную карту туристических маршрутов, акцент был сделан на дальнейшее ее использование именно туристами, приезжими из других стран. Основываясь на уже созданные туристические маршруты, был выделен один маршрут, по которому проведен расчёт финансового обоснования. В качестве основного конкурентоспособного туристического продукта на территории региона можно выделить экологический, культурно-познавательный, научный, лечебный, пляжный, горнолыжный туризм.

Зарубежный опыт развития туризма на таких территориях показывает, что основой успеха является развитая инфраструктура. Инфраструктура (от лат. «*infra*» - под + «*structura*» - строение) – это комплекс отраслей экономической и социальной жизни, имеющих подчиненный и вспомогательный характер, обслуживающий производство (инфраструктура производства) и обеспечивающий условия жизнедеятельности общества (социальная инфраструктура).

Безусловно, на всех уникальных природных объектах области сегодня нужны инвестиции. Основной проблемой, сдерживающей развитие туризма в Восточном Казахстане, является слабо развитый сервис местных курортов, отсутствие необходимой инфраструктуры [4]. По оценке специалистов, на текущий год для развития туристической инфраструктуры региона потребуется около 5,3 миллиардов тенге.

Подводя итоги, было отмечено, что восточный регион, где уже созданы условия для комфортного размещения почти 20 тысяч туристов одновременно, оказался на первом месте в республике по количеству принятых гостей.

Туристическая инфраструктура Казахстана, в том числе и Восточно-Казахстанской области, будет проверена «на прочность» достаточно скоро: в этом году Казахстан будет принимать международную выставку EXPO-2017. К этому времени государственным и региональным властям придется не только увеличить количество и повысить качество организаций, предлагающих туристические услуги, но также и привести в должный порядок транспортную инфраструктуру [5].

В условиях становления туристического рынка в Казахстане карта станет актуальным продуктом, привлекающим внимание не только пользователей, занимающих определенное место в системе туризма, но и всех тех, кто непосредственно является новичком в этой отрасли. В дальнейшем такая карта может послужить примером для разработки нового картографического материала по восточному региону в целях развития туристической деятельности других сфер.

Список литературы

1. Послание президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Новое десятилетие - новый экономический подъем - новые возможности». - Астана, 2010.
2. Сабатаева Б.О. Развитие инфраструктуры туризма Казахстана в современных условиях. // Вестник Хабаршы. Туризм. - 2012. - № 1. Мальгина В.А. К вопросу о перспективах развития геотуризма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.e-lib.gasu.ru.
3. Иконников А. Потенциал Восточного Казахстана. // «Центр Азии». - 2012. - № 21-24 (79-82).
4. Туристическая инфраструктура Казахстана EXPO – 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.newstravel.kz.

Получено 15.11.2017



КЛЮЧ НАВЫВОРОТ

Обычный ключ простого дверного замка вам скопируют в любой мастерской металло-ремонта, повторив бороздки, зубцы и вырезы ключа на металлической заготовке подходящего размера. Но ключ, придуманный инженером Алехандро Охеда из Технологического института в Цюрихе (Швейцария), повторить практически невозможно – во всяком случае, без очень сложного специального оборудования. Все фигурные вырезы у него внутри, их даже увидеть нельзя. Ключ печатают из титанового порошка на лазерном 3D-принтере. Замок изготавливается обычными методами и вместе с парой ключей стоит около 200 долларов.

«Наука и жизнь» № 12, 2017



УДК 621.791.14

**R.B. Abylkalykova, A.S. Batyrkhanov, K.T. Imanzhanova, M.S. Zhaparova,
G.S. Bektasova, N. Kantai**

East State university, Ust-Kamenogorsk

INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURE IN WELD FRICTION WELDING STEELS 12H18N1 AND 34HN1M

В статье представлены результаты исследований структуры сваренных трением образцов стали 12Х18Н10Т со сталью 34ХН1М. Исследована структура зоны сварного шва.

Мақалада 12Х18Н10Т болатының 34ХН1М болаты үлгісінде үйкеліс күшіндегі пісірілген қосылысының құрылымын зерттеу нәтижесі ұлнылған. Пісірілген қосылыс аумағының құрылымы зерттелген.

The results of the structure samples friction welded steel research 12X18H10T with steel 34HN1M. The structure of the weld zone.

Keywords: kinetic parameter, ion implantation, structural-phase transformations,

In the chemical industry 12X18H10T steel used for the manufacture of containers intended for operation under high pressure. Corrosion-resistant steel is used for the production of welded equipment and structures, operation of which involves contact with oxidising environments, organic solvents, inorganic moderate concentrations of acids. 34HN1M steel forgings used for the manufacture of various general machinery parts, which are requirements for mechanical properties and operating at temperatures up to + 500°C [1].

The results of the structure samples friction welded steel research 12X18H10T with steel 34HN1M. The structure of the weld zone. It is shown that the friction welding of high- and medium-alloyed steels is possible, and that as a result of the transition zone is formed by welding the weld, which has a special structure and composition different from the structure and composition of raw steel. Friction welding refers to welding pressure and overcomes the limits of technology fusion splices. With this technology, heat is generated only promotes the formation of a welded joint, and the pressure plays a major role [2, 3].

In the semi-automatic lathe 16D25 welded stainless steel with steel 12X18H10T 34H1MF. Welding was carried out for 3 seconds at a speed of 2000 rev / min in the longitudinal pitch before the first spark, after which the welding was stopped. With the help of X-ray fluorescence analysis (X-ray source - Tube HD-10, U = 45kV, I = 200uA) studied the chemical composition of the sample surface. Studies of the microstructure and the micro structure of the contact surfaces was carried out on the optical and scanning (JSM-6390LV) electron microscopes. Research on the microhardness were performed using microhardness LOMO PMT-3M.

Results and discussion. Figure 1 shows the microstructure of the weld stainless steel and steel 12X18H10T 34HN1M. When heated by friction welding layers of material are moved along the section of the material boundaries, forming a weld with fundamentally different physical and mechanical properties than the materials to be welded. the weld zone is a portions having a fibrous structure and vortex. By analyzing the changes of the microstructure shown in Fig. 1, you can see the scale invariance in the formation of zones of rotations [4]. This effect can be attributed to Taylor vortices [5-7]. Taylor instability is manifested in a liquid layer that is sand-

wiched between the inner cylinder rotating with an angular velocity ω and the stationary outer cylinder. For small ω angular momentum imparted to the inner cylinder is transmitted to the outside due to viscosity. When the angular velocity ω is above the critical state becomes unstable, and is transmitted ring convective vortices. In our experiment, apparently realized in a liquid-like state at the friction zone by friction welding [8].

Investigation of the chemical composition of the transition zone was performed using a scanning electron microscope with energy dispersive attachment (Table 1, Fig. 2). Plastic deformation is caused by friction welding to averaging the chemical composition of the raw materials in the weld zone. This follows from the chemical analysis of the table (Table 1) in the spectra (Figure 2).

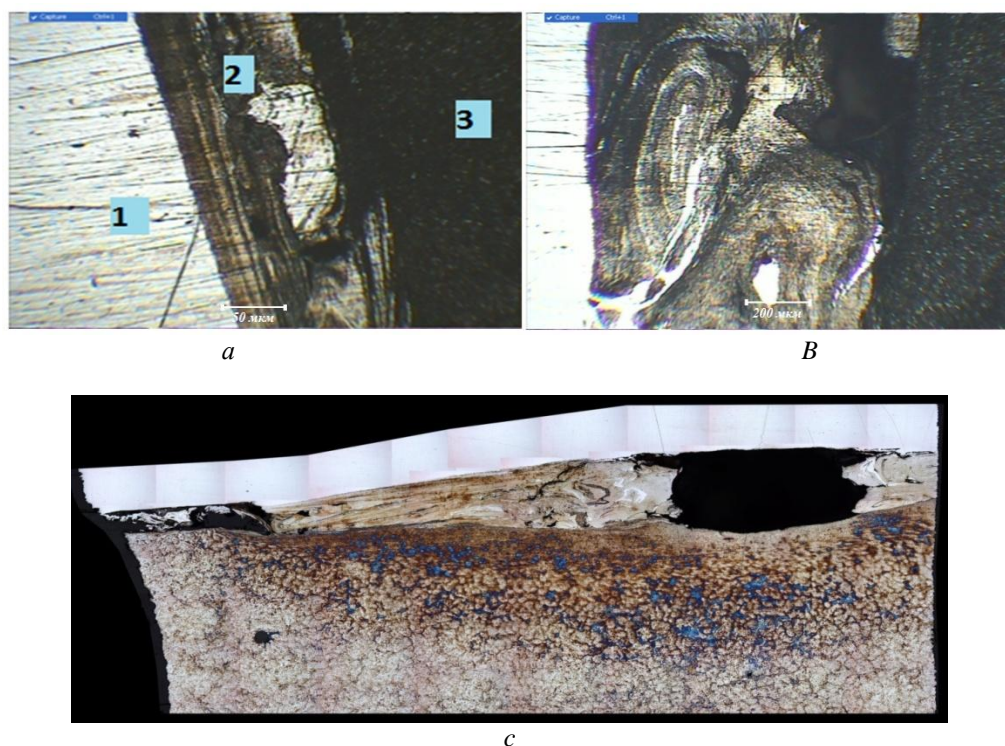


Figure 1 - Microstructure of a weld stainless stali2H18N10T and stali34HN1M: a) - an increase in x50: 1 - Steel 12X18H10T; 2 - weld zone; 3 - steel 34HN1M: b - Increase X400; c - the weld zone obtained by friction welding steel to stainless steel 34HN1M 12X18H10T

Table 1 shows the chemical composition of the weld zone by various sections shown in Figure 3.

Chemical composition of the transition zone and removal space spectra

Spectrum	Instats	C	O	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	Total
Spectrum 1	Yes	2,68		0,49	5,65	0,88	87,41	2,89	100,00
Spectrum 2	Yes	1,88		0,41	5,09		89,93	2,68	100,00
Spectrum 3	Yes	1,29		0,50	18,20		70,86	9,16	100,00
SumSpectrum	Yes	2,94	1,31	0,45	8,75	0,84	81,24	4,47	100,00

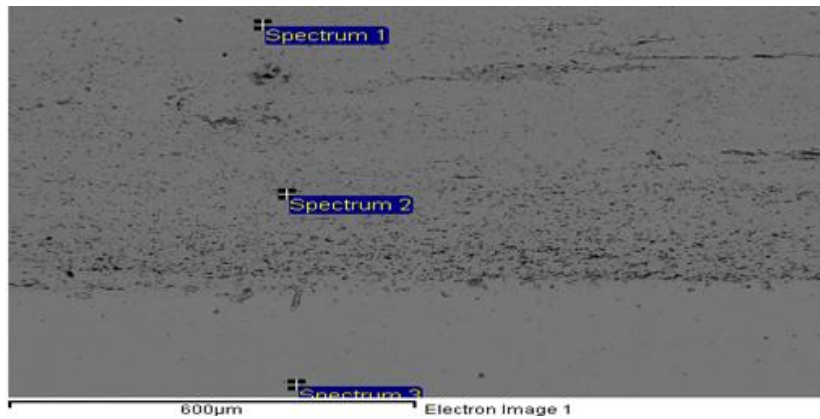


Figure 2 - Image scanning electron microscope portion of the weld zone

The prints obtained on the PMT-3 (Fig. 3) show that the friction welding with a solid material with a soft, hardness of the weld at lower and higher ductility than the original samples. These results are consistent with previous work [8]. Liquid-like state gives a mixture of phases, but not the generation of new phases. These X-ray diffraction analysis confirmed this fact.



Figure 3,a - The optical micrograph of the weld zone area

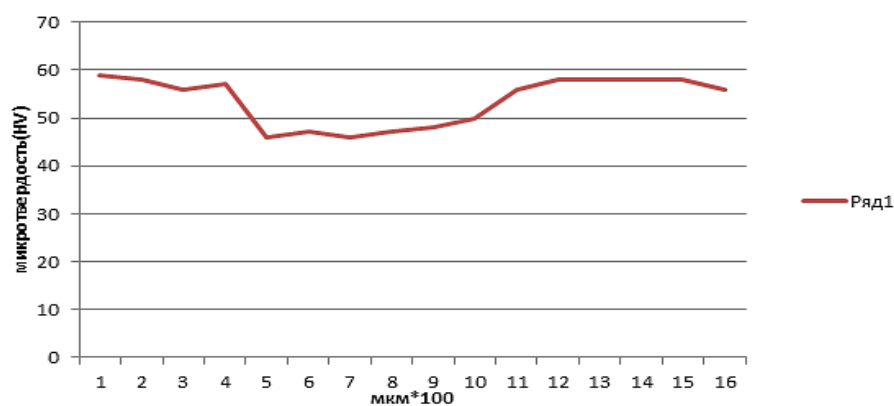


Figure 3,b - The scheme of distribution of prints during the microhardness analysis.

Vertical numerals denote the microhardness (HV), which are the diameters of prints remaining after pressing a steel ball in a sample under a 500N force applied perpendicularly to the workpiece surface

Figures 4,*a-c* shows the X-ray generated from sites: 12X18H10T (Figure 4,*a*); 34H1M from the site (Figure 4,*b*.); from the weld zone (Figure 4,*c*).

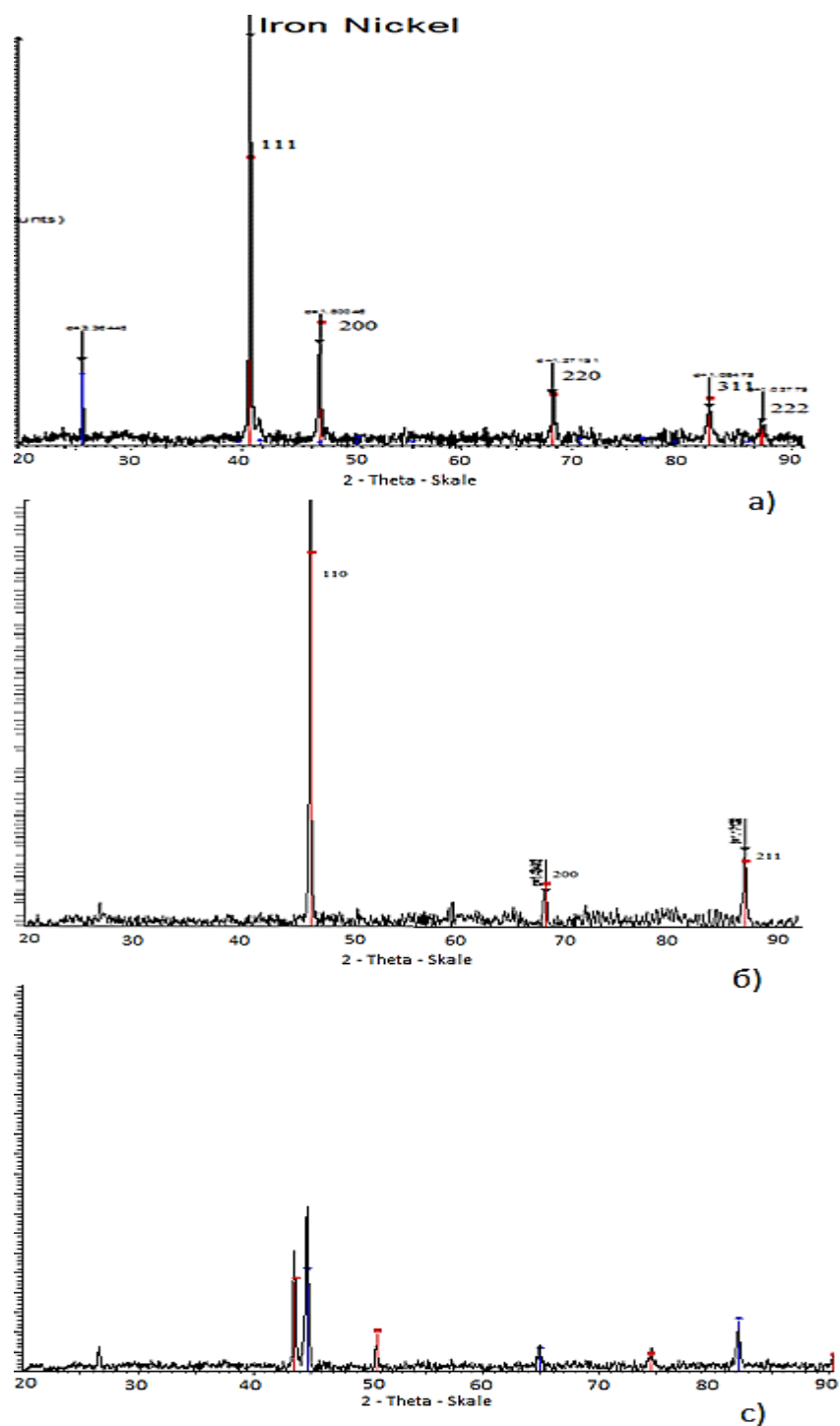


Figure 4 - X-ray analysis of the different sections of the samples obtained by friction welding:
a - Steel 12X18H10T b - are 34H1M; c - the weld zone

From decoding diffraction patterns shows that plot (Figure 4,*a*) comprises a phase with a face-centered cubic lattice (fcc), plot (Fig. 4,*b*) contains a phase with a body-centered cubic lattice (bcc) and plot (Fig. 4,*c*) comprises a mixture of these phases.

It is evident that the reflexes 111 fcc and bcc 110 close to each other in Figure 4, and the most intense jerk 111 fcc and bcc 110 reflex has a very low intensity. The weld zone this reflex has become much more intense (Fig. 4,*c*).

In Figure 4, it is seen that areas rich in chromium formed after friction welding. And the texture is formed with a zone axis 110.

Known approaches [9, 10], in which the deformable rigid body can be described as hierarchically organized a defective system in which in the fields of external influences develop consistent processes at the nano-, micro-, meso- and macroscale levels.

According to the modern concept of hierarchical matching scale, all the materials are systems with features to streamline interactions between levels in order from highest to lowest at different scale levels. Processes occurring on every level of structural and scale, have the effect of subordination in strain development, the evolution of the defect substructure in the development of destruction and the formation of the flow stress [9, 10].

Thus according to [11-14] using the concept of structural deformation levels must take into account the localization of deformation, taking into account the difference in the location of its various levels and structural changes in the degree of localization of plastic deformation with the increase of defect structure and evolution. The heterogeneity of the deformation becomes more visible and ends in the destruction of the local sample a specific location (see. Figure 1,*c*).

This agrees well with our experimental data. We observed patterns were due to occurrence of structural and physical and mechanical processes in the metal of the welded joint, as a result of which there are irregularities hierarchy, structure, variability, discontinuity, pores and microcracks (Figure 3,*a*) at different levels of scale. Depending on the impact of the stress intensity in the weld occurs selective switching mechanism in the work of the relevant irregularities and defects [15].

Thus, when friction welding alloy microstructure in the weld zone changes (Fig. 1). These electron-microscopic analysis allowed us to identify the following specific areas.

Base metal zones (1 and 3) and 12X18H10T 34H1M not experience significant changes and meet the initial state of the material.

The transition zone, which is characterized by severe metallographic structure, oriented parallel to the weld.

Seam zone (2) provided entirely or partially recrystallized grains. The weld is averaged chemical composition. Material formed by friction welding seam and is in, is more ductile.

The weld zone mechanochemical reaction does not occur with the formation of new phases.

Bibliography

1. Курдюмов Г.В. Превращения в железе и стали / Г.В. Курдюмов, Л.М. Утевский, Э.И. Этин. - М.: Наука, 1977.
2. Дьяконов Г.С. Исследование микроструктуры в зоне сварного шва при линейной сварке трением титановых сплавов ВТ6 и ВТ8 / Г.С. Дьяконов, Н.Ф. Измайлова, В.М. Бычков и др. // Вестник УГАТУ. – Машиностроение. - Т. 16. - № 7 (52). - С. 48-52
3. Штрикман М.М. Состояние и развитие процесса сварки трением линейных соединений // Сварочное производство, 2007. - № 10. - С. 25–32.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - 4-е изд. - М., 1983-84. - Т. 1-2.
5. Шустер Г. Детерминированный хаос. – М.: Мир, 1988. – 240 с.
6. Sirovich L., Ball K.L., Keefe L.R. Plane waves and structures in turbulent channel flow. *PhysFluidsA2* (12), December 1990, 2217-2226.

7. Барковский Ю.С. Рождение вихрей Тейлора в случае равновращающихся цилиндров и спектральные свойства одного класса краевых задач / Ю.С. Барковский, В.И. Юдович // ДАН СССР, 1978. - Т. 242. - № 4. - С. 784-787.
8. Абкарян А.К. Особенности структурообразования в системе железо-медь при интенсивных динамических нагрузках / А.К. Абкарян, Р.Б. Абылкалыкова, Л.И. Квеглис и др. // Engineering & Technologies. - № 6. - 2013. - Т. 3. - С. 334-343.
9. Панин В. Е., Егорушкин В. Е. Неравновесная термодинамика деформируемого твёрдого тела как многоуровневой системы. Корпускулярно-волновой дуализм пластического сдвига // Физическая мехомеханика, 2008. - Т. 11. - № 2. - С. 9-30.
10. Панин В.Е. Синергетические принципы физической мезомеханики // Физическая мезомеханика, 2000. - Т. 3. - № 6. - С. 5-36.
11. Теплякова Л.А. Локализация деформации и превращения в дефектной подсистеме в сплавах с различным структурно-фазовым состоянием: дисс. ... д-ра физ.-мат. наук / Л.А. Теплякова. - Томск, 2000. - 621 с.
12. Попова Н.А. Эволюция дислокационного ансамбля, внутренние поля напряжений и фазовые превращения при пластической деформации сталей с различной структурой: дисс. ... канд. техн. наук: 01.04.07. - Томск, 2005. - 297 с.
13. Губернаторов В.В. О формировании полосовых структур в структурно-однородных материалах при деформации / В.В. Губернаторов, Б.К. Соколов, И.В. Гервасьева и др. // Физическая мезомеханика. - Т. 2. - № 1-2. - С. 157-162.
14. Демиденко В.С. Структурная неустойчивость в металлах и сплавах / В.С. Демиденко, И.И. Наумов, Э.В. Козлов и др. // Известия вузов. - Физика. - 1998. - № 8. - С. 16-25.
15. Рябов В.Р. Сварка разнородных материалов и сплавов / В.Р. Рябов, Д.М. Рабкин, Р.С. Курочки и др. - М.: Машиностроение, 1984. - 239 с.

Получено 15.11.2017

УДК 669.5.053.067

О.С. Анисимова, С.В. Мамяченков

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Ж.С. Оналбаева, Н.А. Куленова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ
И ФИЛЬТРАЦИИ РАСТВОРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ
НИЗКОКАЧЕСТВЕННЫХ ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Приведены результаты сравнительных исследований очистки сульфатных цинковых растворов от железа с использованием традиционной гидролитической операции и с применением нового реагента-осадителя класса фосфоновых кислот. Приведены количественные технологические оценки реологических свойств получаемых пульп, доказано преимущество нового реагента-осадителя.

Сульфаттық мырыш ерітінділерін дәстүрлі гидролиттік тазарту операциясын қолданумен және фосфон қышқылдары класының жаңа тұндырғыш реагентін пайдалану арқылы темірден тазартудың салыстырмалы зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Алынатын қойыртпақтардың реологиялық қасиеттерінің мөлшерлік технологиялық бағалануы келтіріліп, жаңа тұндырғыш реагенттің артықшылықтары дәлелденген.

The results of comparative study of sulphate zinc solutions purification from iron are provided. This process is carried by means of conventional hydrolysis operation with the use of a new precipitation agent of phosphonic acids. Quantitative and technological assessments of produced pulps rheological properties are provided. The advantage of the new precipitation agent has been proved.

Ключевые слова: гидрометаллургия, очистка растворов, сульфатные цинковые растворы, реагент-осадитель.

Традиционное использование сернокислотного выщелачивания для переработки сложного полиметаллического цинкового сырья, в частности низкокачественных цинковых концентратов, сопровождается образованием сульфатных растворов сложного состава (табл. 1).

Таблица 1

Состав раствора выщелачивания низкосортных цинковых концентратов по основным компонентам

Катион	Zn	Fe	Cu	Mn
Концентрация, г/дм ³	102-113	20-24	2,5	2,8

Содержание некоторых примесей, нежелательных для конечного целевого продукта, увеличилось настолько, что применяемые технологические приемы либо не обеспечивают необходимой очистки, либо значительно удорожают себестоимость продукта. Актуальной задачей комплексной переработки растворов с высоким содержанием цинка для последующего получения качественного катодного металла является выделение примесей, в первую очередь железа, концентрация которого достигает 20-24 г/дм³.

Наиболее распространенным и дешевым способом выделения его из растворов принято считать окисление до трехвалентного состояния и последующее гидролитическое осаждение.

Однако этот способ не всегда эффективен на практике. Причинами служат высокая концентрация железа, недостаточная степень очистки от электроположительных примесей, в частности меди, соосаждение других ценных компонентов раствора. Особенно осложняют процесс отделения твердой фазы трудности, возникающие при фильтрации полученной гидроксидной пульпы.

Для определения расхода щелочи и условий осаждения железа в виде гидроокиси проведено потенциометрическое титрование модельных растворов, содержащих различное соотношение ионов меди и железа (рис. 1).

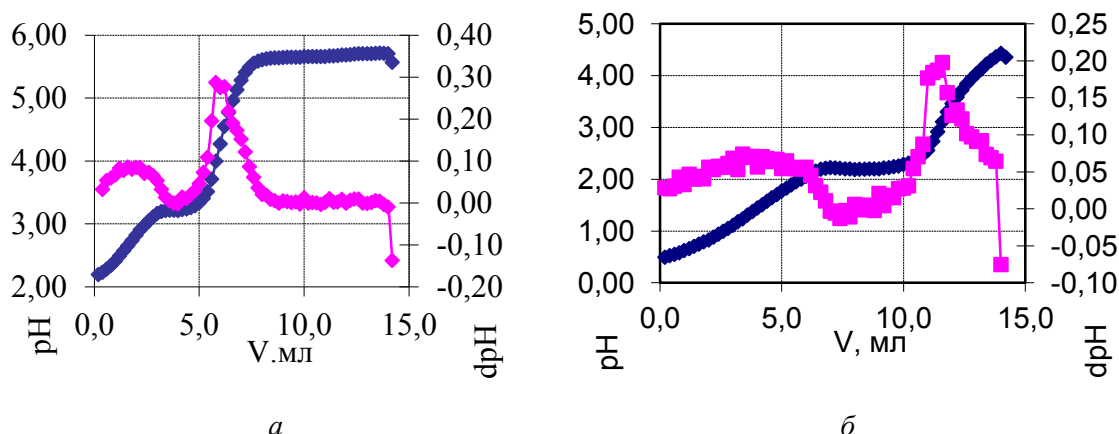


Рисунок 1 - Зависимость pH гидроксиобразования железа от расхода щелочи:
а - (Fe^{3+} 10; Cu^{2+} 0; г/дм³), б- (Fe^{3+} 10; Cu^{2+} 2; г/дм³)

Известно, что реакция гидратообразования железа (III) протекает ступенчато: начальный прямолинейный участок характеризует титрование остаточной кислоты, первая буферная область при pH 2,5-3,0 соответствует образованию гидроксосульфата железа (III), полное осаждение гидроксида железа (III) наблюдается при формировании второй буферной области при pH 4,5-5,0.

Результаты исследований показали, что при увеличении начальной концентрации Fe^{3+} с 1 до 10 г/дм³ pH гидратообразования снижается с 4,3-4,6 до 2,9-3,7 в зависимости от концентрации меди. Присутствие в растворе ионов меди позволяет сместить pH гидратообразования железа в более кислую область.

В табл. 2 приведены показатели pH гидролитического осаждения Fe^{3+} при различных соотношениях содержания меди и железа в модельных растворах. При увеличении концентрации железа до 20 г/дм³ влияние меди на величину pH гидратообразования нивелируется.

Таблица 2

Показатели pH гидролитического осаждения Fe^{3+} при различных соотношениях содержания меди и железа в растворах

$C_{Fe^{3+}}$, г/дм ³	$C_{Cu^{2+}}$, г/дм ³	pH
1	1	4,33
3	1	4,67
5	1	4,16
7	1	4,04
10	1	3,87
1	2	3,16
3	2	3,14
5	2	2,83
7	2	2,64
10	2	2,92

Лабораторные эксперименты по осаждению железа щелочью показали неэффективность этого метода очистки: при содержании в растворе 20-25 г/дм³ ионов железа (0,35-0,45 молей) расход щелочи составляет, с учетом титрования остаточной кислоты, 1,35-1,55 моля NaOH (до 62 г/дм³). В массовом соотношении на 1 г ионов железа затратим 3, 2 г щелочи. В результате взаимодействия образуются аморфные, плохо фильтрующиеся пульпы.

Количественную оценку реологических свойств полученных пульп гидроксида проводили с использованием комплексного метода изучения свойств осадков, предложенного в [1]. В основу метода положены количественные определения важнейших технологических свойств: коэффициента фильтрации естественно уплотненного осадка и скорости отстаивания осадка.

Определение коэффициента фильтрации естественно уплотненного осадка проводят на установке, состоящей из стеклянного фильтра Шотта с известной поверхностью фильтрации, соединенного с реактором для отсасывания промывной воды. Разрежение под фильтром создают с помощью водоструйного насоса и измеряют вакуумметром.

Суспензию подают на фильтр при действующем водоструйном насосе и отсасывают маточную жидкость. Производят замер высоты слоя естественно уплотненного осадка на фильтре, затем профильтровывают через осадок определенное количество воды и измеряют время ее фильтрации по секундомеру.

Коэффициент фильтрации осадка определяют по формуле Дарси [1]:

$$K_{\phi} = SHt/QL, \quad (1)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/с; S – поверхность осадка под фильтром, см; H – разрезание под фильтром, см вод. ст.; L – толщина слоя осадка, см; t – время фильтрации, с.

При проведении опытов по осаждению железа выявили влияние продолжительности формирования гидроксида на свойства получаемого осадка. На рис. 2 показана зависимость коэффициента фильтрации осадков гидроксида железа, полученных при разных скоростях приливания щелочи, от продолжительности реакции.

При малом времени приливания 10% раствора щелочи к 10% раствору сульфата железа (III) коэффициенты фильтрации имеют низкие значения: минимальная величина коэффициента фильтрации составила $0,8 \cdot 10^{-8}$ м/с. Средняя часть отвечает осадкам, полученным при более медленном осаждении, с продолжительностью приливания раствора щелочи до 1,5 ч. В этих условиях коэффициент фильтрации резко увеличивается. При продолжительности осаждения до 2 ч коэффициент фильтрации также возрастает. Однако при осаждении свыше 2 ч коэффициент фильтрации достигает своего предельного значения $6,2 \cdot 10^{-8}$ м/с. Таким образом, чем медленнее происходит формирование осадка, тем выше коэффициент фильтрации, тем, следовательно, лучше фильтруется образованная им пульпа.

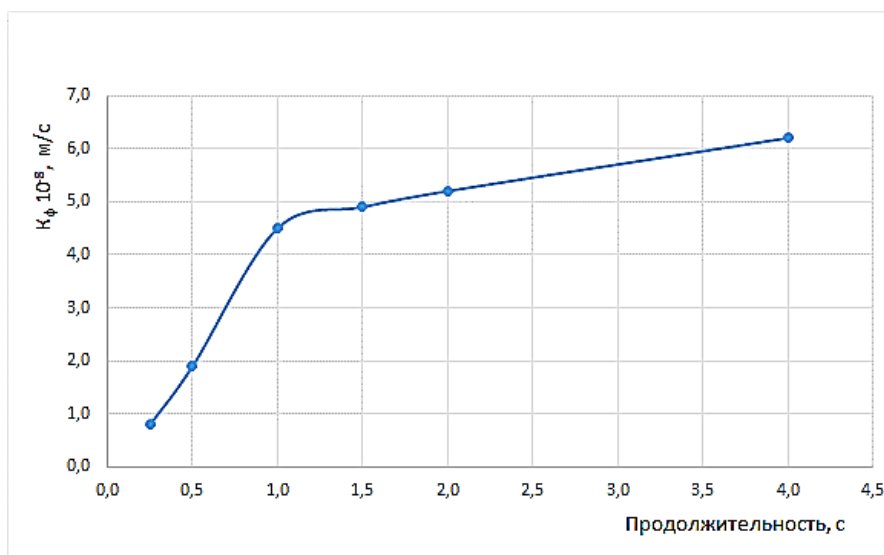


Рисунок 2 - Влияние продолжительности приливания щелочи на коэффициент фильтрации полученных осадков гидроксида железа

Приведенные данные дают количественную зависимость важного технологического свойства осадков в зависимости от продолжительности процесса осаждения и подтверждают вывод о неэффективности гидролитической очистки при высокой концентрации железа в растворе.

В связи с этим проведен поиск более эффективного реагента для осаждения железа, способного селективно выделить его из подобных продуктивных растворов. В частности, для связывания трехвалентных катионов применяют комплексоны с фосфоновыми функциональными группами.

Проанализировав литературные данные [2, 3], в качестве такого соединения выбрали нитрилтриметиленфосфоновую кислоту (НТФ), образующую с железом в кислой среде устойчивые нерастворимые полиядерные протонированные комплексонаты. НТФ представляет собой комплексон с тремя фосфоновыми группировками, шестидентантный лиганд, образующий в кислой среде с железом прочные, труднорастворимые комплексонаты состава $\text{Fe}_3\text{H}_3(\text{ntph})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Растворимость его при комнатной температуре составляет $5,5 \cdot 10^{-5}$ г в 100 мл воды, или $9,85 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. При увеличении соотношения металл:лиганд и понижении pH тенденция к формированию малорастворимых соединений усиливается.

Образование железом (III) устойчивых нерастворимых комплексов в кислой среде позволяет количественно и селективно осаждать этот элемент в присутствии многих сопутствующих металлов, в частности меди и цинка [2].

Была проведена серия опытов с различной концентрацией катионов меди и цинка и различной кислотностью среды с предварительным нагревом раствора и без него. Анализ полученных данных показал, что эти параметры не влияют на осаждение железа из раствора. Результаты представлены в табл. 3, где видно, что при уменьшении кислотности среды от 1 до 3 pH и увеличении концентрации меди в два раза остаточное содержание железа в растворе не меняется. Глубина очистки зависит, главным образом, от соотношения металл:лиганд (Me:L): при равном мольном соотношении сохраняется стехиометрия хелатного соединения и достигается полное связывание ионов железа в нерастворимый комплекс. По литературным данным [3] состав этого осадка представляют как $\text{Fe}_3(\text{НТФ})_2$, следовательно, соотношение 3:2 либо 1:0,6 необходимо для образования соединения.

Таблица 3

Зависимость остаточной концентрации железа в растворе от соотношения реагентов

№ оп	pH	$\text{C}_{\text{Cu}},$ г/дм ³	$\text{C}_{\text{Fe}},$ г/дм ³	$\text{C}_{\text{Fe}},$ моль/дм ³	Расход НТФ, г	Расход НТФ, моль	Me:L	$\text{C}_{\text{остаточное Fe}},$ мг/дм ³
1	1,0	32	30	0,54	108,7	0,54	1:1	0,056
2	1,0	64	30	0,54	108,7	0,54	1:1	0,057
3	2,0	32	30	0,54	54,8	0,27	2:1	0,075
4	2,0	64	30	0,54	54,8	0,27	2:1	0,074
5	3,0	32	30	0,54	73,08	0,36	3:2	0,056
6	3,0	64	30	0,54	73,08	0,36	3:2	0,057

Пересчет мольных соотношений на массовые показывает, что для связывания 1 г ионов железа в растворе необходимо 2,2 г кристаллической НТФ.

Образование осадка происходит практически моментально, но для полного протекания процесса необходимо выдерживать пульпу при комнатной температуре и перемешивании в течение 30-40 мин. Структура осадка кристаллическая, затруднений при фильтрации не наблюдается. Определение коэффициента фильтрации проводили по методике, описанной выше, расчет проводили по формуле Дарси. Характер зависимости величины коэффициента фильтрации от времени формирования осадка $\text{Fe}_3(\text{НТФ})_2$ аналогичен такой же для гидроксида железа (рис. 3): чем продолжительнее процесс осаждения, тем больше коэффициент фильтрации, тем легче, следовательно, фильтруется пульпа. Численные же значения коэффициента фильтруемости для комплексоната железа (от $1,2 \cdot 10^{-7}$ до $13,7 \cdot 10^{-7}$) в 15-20 раз больше, чем для гидроксида железа.

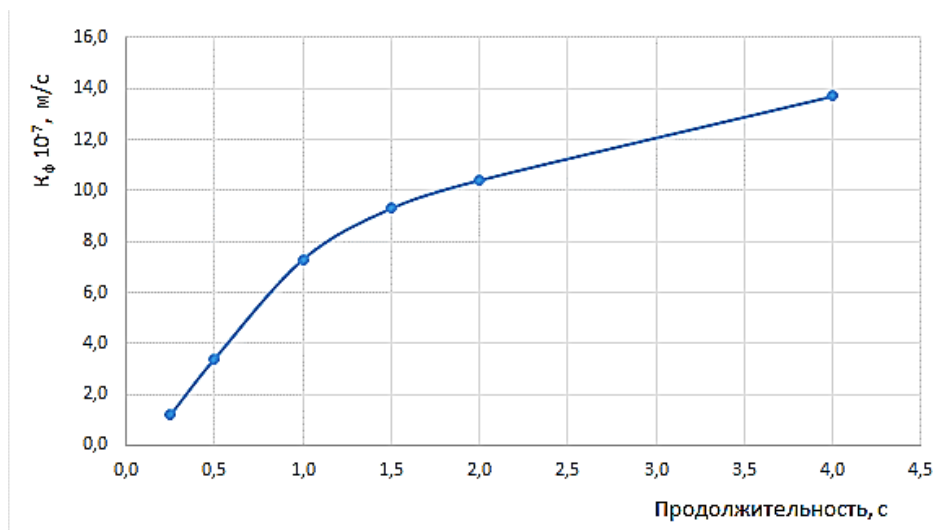


Рисунок 3 - Влияние продолжительности приливания комплекса (НТФ) на коэффициент фильтрации полученных осадков $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$

На рис. 4 приведены микрофотографии кристаллов осадка (микроскоп РЗО с компьютерной приставкой NB-lab, увеличение $\times 25$), полученные при различном соотношении Me:L : а - 1:1; б - 2:1; в - 3:2. Видно, что во всех случаях формируются как микрокристаллические, так и агрегатированные структуры. При недостатке лиганда (соотношение 2:1) не происходит изменения состава комплекса, недостаточная глубина очистки обусловлена неполным связыванием железа. При выдерживании стехиометрического соотношения 3:2 остаточная концентрация железа в растворе составляет 0,060-0,074 мг/дм³.

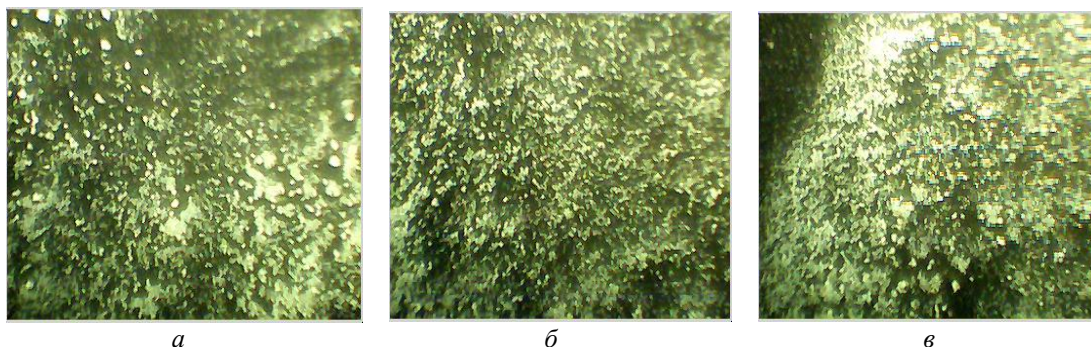


Рисунок 4 - Микрофотографии кристаллов осадка железо-фосфонатного комплекса при различных соотношениях металл:лиганд (НТФ): а - 1:1; б - 2:1; в - 3:2

Для сравнения реологических свойств пульп, образованных гидроксидом железа и комплексонатом железа с НТФ, провели серию опытов по определению количественных характеристик фильтруемости, которыми являются скорость отстаивания и скорость свободной фильтрации.

Процесс определения скорости отстаивания и скорости фильтрации дает характерные оценки технологических свойств осадков. Наблюдение скорости отстаивания суспензий

ведут путем измерения во времени толщины слоя, занимаемого осадком твердой фазы, осаждаемой из одинаковых объемов суспензии. Скорость свободной фильтрации определяют как изменение объема фильтрата в единицу времени через фильтры одинаковой пористости.

Для формирования пульп одинаковой концентрации приготовили модельные растворы, которые смешали в стехиометрическом соотношении. Составы и концентрации растворов приведены в табл. 4. Раствор железа для обеих суспензий приготовлен в одинаковой концентрации.

Таблица 4
Соотношение реагентов для приготовления пульп гидроксида железа $Fe(OH)_3$ и комплексоната $Fe_2(HTF)_3$

Реагент	Молярная масса, г/моль	Число моль реагента	Соотношение Fe/осадитель	Концентрация реагента, г/дм ³
$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$	324	0,045	1	14,6
NaOH	40	0,135	3	5,4
НТФ	298	0,03	3/2	8,56

Время формирования пульп выдерживали одинаковым, 90 минут, с целью получения осадков с максимальным коэффициентом фильтруемости. Результаты сравнительных экспериментов приведены на рис. 5 и 6.

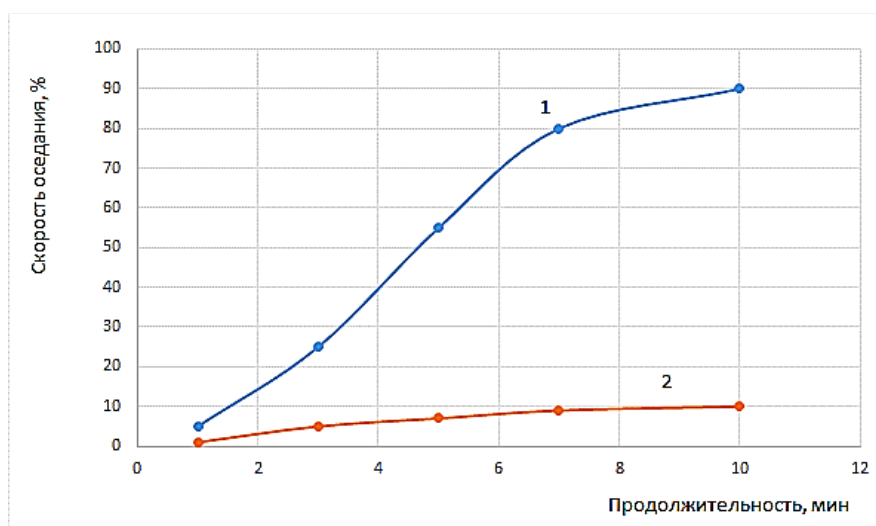


Рисунок 5 - Изменение скорости отстаивания пульп во времени:
1 – комплексоната железа $Fe_2(HTF)_3$; 2 – гидроксида железа $Fe(OH)_3$

Из результатов сравнительных экспериментов следует, что реологические характеристики пульпы комплексоната в разы превышают аналогичные характеристики гидроксида железа: средняя скорость оседания осадка $Fe_2(HTF)_3$ в 8,8 раз выше, чем скорость оседания осадка гидроксида $Fe(OH)_3$ (рис. 5), средняя скорость фильтрации пульпы $Fe_2(HTF)_3$ в 15 раз выше, чем скорость фильтрации пульпы гидроксида $Fe(OH)_3$ (рис. 6).

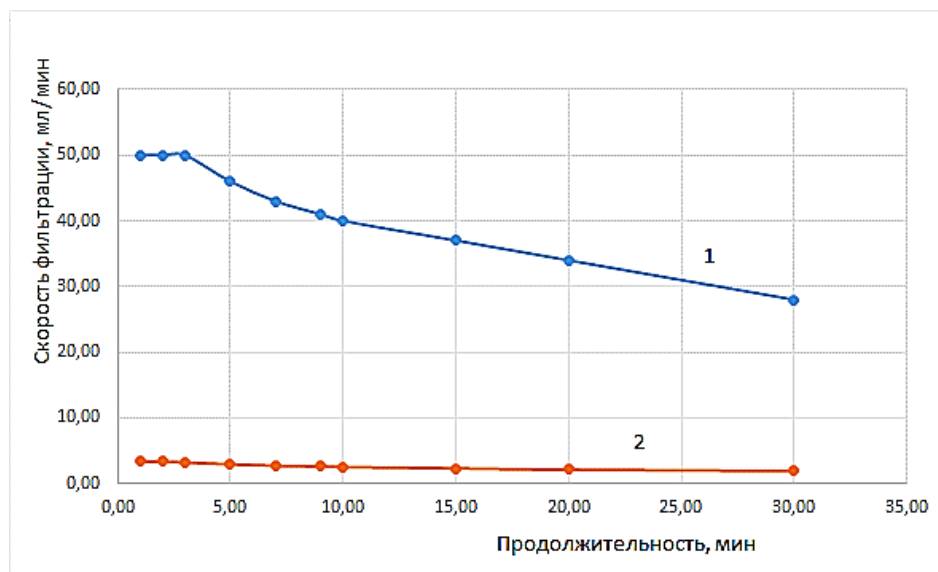


Рисунок 6 - Изменение во времени скорости фильтрации пульп:
1 - комплексоната железа $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$; 2 - гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Кроме того, если сравнить остаточные равновесные концентрации железа, обусловленные растворимостью осадков ($0,057 \text{ мг/дм}^3$ для $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$), и для гидроксида $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (расчет по ПР – $0,03 \text{ мг/дм}^3$, с учетом гидроксолей – $0,178 \text{ мг/дм}^3$, по экспериментальным данным – $0,256 \text{ мг/дм}^3$), то становится очевидным преимущество применения комплексона для реагентной очистки растворов от железа. Однако при очень высокой концентрации железа (более 20 г/дм^3) быстро образуются обильные рыхлые агрегатированные хлопьевидные осадки, поэтому приходилось добавлять НТФ порционно, перемешивая образующуюся пульпу для формирования устойчивого комплексоната.

Стоит также отметить, что при реализации подобной технологии в промышленных масштабах необходимо проводить данные операции в несколько стадий, вследствие трудностей, возникающих при образовании большого количества получаемого осадка. Образующийся осадок после сушки может быть использован в качестве полупродукта на предприятиях черной металлургии для получения ценной железо-фосфорной лигатуры [4].

Можно сделать следующие выводы:

1. Традиционный метод очистки растворов выщелачивания низкокачественных цинковых концентратов от железа не эффективен:

- высока остаточная концентрация железа в растворе, по экспериментальной оценке составляющая $0,256 \text{ мг/дм}^3$;

- трудности фильтрования густых пульп тормозят технологический процесс: максимальный коэффициент фильтруемости пульпы гидроксида $6,2 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$;

- расход щелочи на осаждение 1 г ионов железа составляет $3,2 \text{ г NaOH}$.

2. Применение нового реагента – нитрилтриметиленфосфоновой кислоты (НТФ) – позволяет производить более качественную очистку цинковых растворов от железа:

- образование прочных труднорастворимых комплексонатов $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$ в кислой среде обеспечивает остаточную концентрацию ионов железа $0,057 \text{ мг/дм}^3$;

- образующиеся осадки комплексоната железа имеют кристаллическую структуру, быстро оседают, хорошо фильтруются; коэффициент фильтруемости пульпы комплексоната составляет от $1,2 \cdot 10^{-7}$ до $13,7 \cdot 10^{-7}$, что в 15-20 раз больше, чем для гидроксида железа;

- расчет расхода комплексона-осадителя в массовых единицах показывает, что для связывания 1 г ионов железа в растворе необходимо 2,2 г кристаллической НТФ.

3. Сравнительные определения скорости фильтрации пульпы и оседания осадков гидроксида и комплексона в одинаковых условиях из пульпы равной концентрации показали, что реологические характеристики пульпы комплексоната в разы превышают аналогичные характеристики гидроксида железа: средняя скорость оседания осадка $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$ в 8,8 раз выше, чем скорость оседания осадка гидроксида $\text{Fe}(\text{ОН})_3$, средняя скорость фильтрации пульпы $\text{Fe}_2(\text{НТФ})_3$ в 15 раз выше, чем скорость фильтрации пульпы гидроксида $\text{Fe}(\text{ОН})_3$.

4. Образующийся осадок после сушки может быть использован в качестве полупродукта на предприятиях черной металлургии для получения ценной железо-фосфорной лигатуры.

Список литературы

1. Вассерман И.М. Химическое осаждение из растворов. – Л.: Химия, 1980. - 208 с.
2. Дятлова Н.М. Комплексоны / Н.М. Дятлова, В.Я. Темкина, И.Д. Колпакова. - М.: Химия, 1970. - С. 416.
3. Дятлова Н.М. Комплексоны и комплексонаты металлов / Н.М. Дятлова, В.Я. Темкина, К.И. Попов. - М.: Химия, 1988. - С. 190.
4. Анисимова О.С. Утилизация железосодержащих осадков в качестве сырья / О.С. Анисимова, С.С. Набойченко, А.Б. Лебедь // Междунар. науч.-техн. конф. «Техноген-97». - Екатеринбург, 1997. - С. 58.

Получено 15.11.2017

УДК 621.74

А.З. Исагулов, В.Ю. Куликов, Св.С. Квон, С.К. Аринова, Т.В. Ковалёва
Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

ВЛИЯНИЕ КРАСКИ МОДЕЛИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ОТЛИВОК ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

В статье приведены результаты исследования по определению оптимального состава краски для полистироловых моделей при изготовлении отливок из жаропрочного сплава.

Бұл мақалада отқа төзімді қорытпалардан балқымалар әзірлегенде полистиролды модельдер үшін бояудың оңтайлы құрамын анықтау зерттеулерінің нәтижелері келтірілген.

The article presents the results of a study to determine the optimal composition of the dressing for the production of polystyrene models of castings of heat-resisting alloy.

Ключевые слова: жаропрочные сплавы, отливки, литье по газифицируемому модели, полистироловые модели.

Технология выплавки жаропрочных сплавов методом литья по газифицируемому модели адаптирована к использованию в казахстанском производстве, в частности в ТОО «КМЗ им. Пархоменко».

Плавка экспериментального состава жаропрочного сплава выполнена в литейном цехе в печи ДСП-0,5. Температура заливки жидкого металла в формы составляет 1720 °С. При изготовлении газифицируемых моделей использовался строительный полистирол. Из полистирола на специальной машине вырезались модели.

Для вспенивания полистирола использовали автоклав. Готовые пенополистироловые модели покрывались литейной краской. Модельные блоки помещали вертикально в подвешенном состоянии в опоку размером 1000x1000x1000. Для уплотнения наполнителя устанавливали два электровибратора, которые при засыпке кварцевого песка вибрировали с частотой 36 Гц. Далее опока накрывалась защитной пленкой, затем вакуумировалась боковым отводом воздуха с помощью гофрированного металлорукава. После этого литейная форма была готова к заливке металла. После заливки выбивка отливки осуществлялась после ее окончательного затвердевания. Зачистка отливки выполнялась в галтовочном барабане. Показателями качества отливок являлась чистота поверхности и их геометрическая точность.

Контроль химического состава сплавов и содержания неметаллических включений осуществляли на спектрометре последовательного действия ДФС-71 (Россия). Металлографические исследования проводились с помощью электронного микроскопа Tescan Vega. Жаропрочные свойства определяли на установке ТРМП-50, пористость определяли на порозиметре Pascal.

Результаты исследования, проведенного в промышленных испытаниях по выплавке отливок из жаропрочного сплава на железо-никелевой основе в следующем соотношении компонентов: углерод, никель, хром, алюминий, молибден, ниобий, бор, кобальт, железо, показаны в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования по выплавке отливок из жаропрочного сплава

σ_{50}^{650} , МПа	σ_{50}^{800} , МПа	σ_{50}^{900} , МПа	a_n , КДж/м ²
424	373	212	15

Проведенные эксперименты по оценке целесообразности использования ЛГМ для изготовления отливок из жаропрочных сплавов и оптимизации состава краски для полистироловой модели показали, что противопожарные краски обеспечивают качество поверхности литых заготовок и влияют на основные параметры процесса выплавки отливок по газифицируемым моделям, такие как скорость заполнения и заполняемость формы металлом, а также температура металла при заливке. Очевидно, что свойства противопожарной краски напрямую определяют качество отливки.

Определено, что толщина слоя противопожарной краски на полистироловой модели должна быть прямо пропорциональна пористости песчаной формы, температуре заливаемого металла и его гидростатическому напору при заливке. При этом важно, чтобы газопроницаемость краски была технологически необходимой. Оптимальным для отливок из жаропрочных сплавов рекомендуется слой краски толщиной 1,2-2,0 мм. Чем больше металлостатический напор при заливке и температура металла, тем больше должна быть толщина краски при сохранении ее газопроницаемости. Величина давления в зоне взаимодействия модели с расплавленным металлом при его заливке в форму зависит от газопроницаемости покрытия [1]. Приведен оптимальный состав противопожарной краски для отливок из жаропрочного сплава (табл. 2).

Приведены экспериментальные данные по определению влияния толщины краски модели на шероховатость отливки из экспериментального жаропрочного сплава. График

приведен на рис. 1. Наполнитель формы – песок фракций в соотношении 1K02-100%. Материал газифицируемой модели – строительный полистирол.

Таблица 2
Состав противопожарной краски для отливок из жаропрочного сплава, масс. %

Огнеупорный наполнитель циркон	Гидролизный спирт	Поливинилбутираль	Плотность, г/см ³	Вид литья
62	35,5	2,5	1,7-1,84	жаропрочная сталь

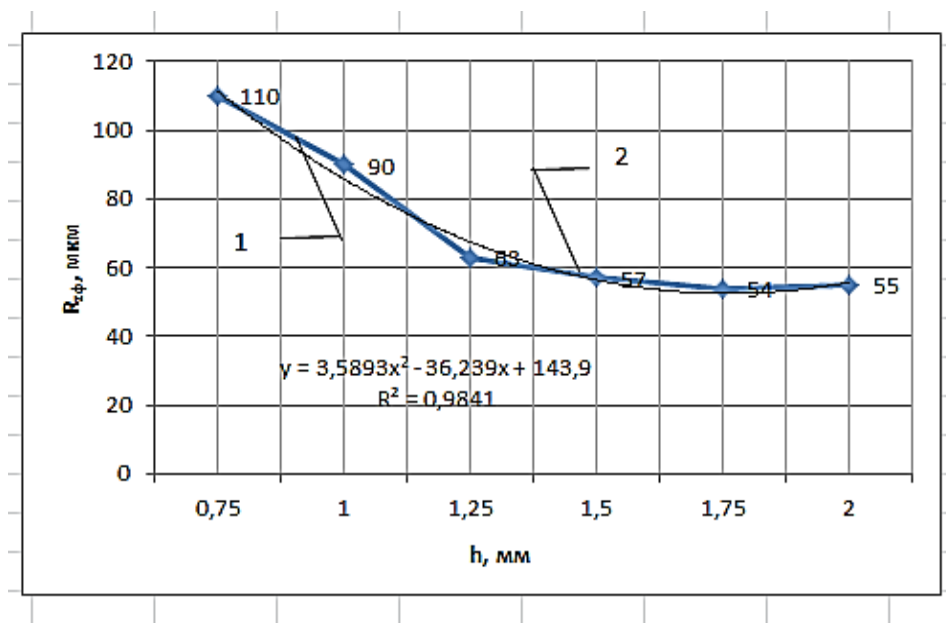


Рисунок 1 – Зависимость шероховатости отливки от толщины слоя краски на полистироловой модели

На графике показана экспериментальная линия регрессии (кривая 1). Расчётная линия регрессии (кривая 2) построена по уравнению $y = 3,5893x^2 - 36,239x + 143,9$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 0,9841$.

Шероховатость измеряли портативным измерителем шероховатости TR 100, ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики [2]. Газопроницаемость модели со слоем краски определяли на приборе для определения газопроницаемости модели 04315М (ГОСТ 29234.11-91). График представлен на рис. 2.

На графике показана экспериментальная линия регрессии (кривая 1). Расчётная линия регрессии (кривая 2) построена по уравнению $y = 0,2321x^2 - 7,625x + 134,5$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 0,9142$.

Зависимость шероховатости поверхности отливки от шероховатости поверхности модели имеет линейный характер (рис. 3) и выражается зависимостью:

$$R_{zot} = R_{zmod}, \text{ мкм} + (30 \dots 40 \text{ мкм}).$$

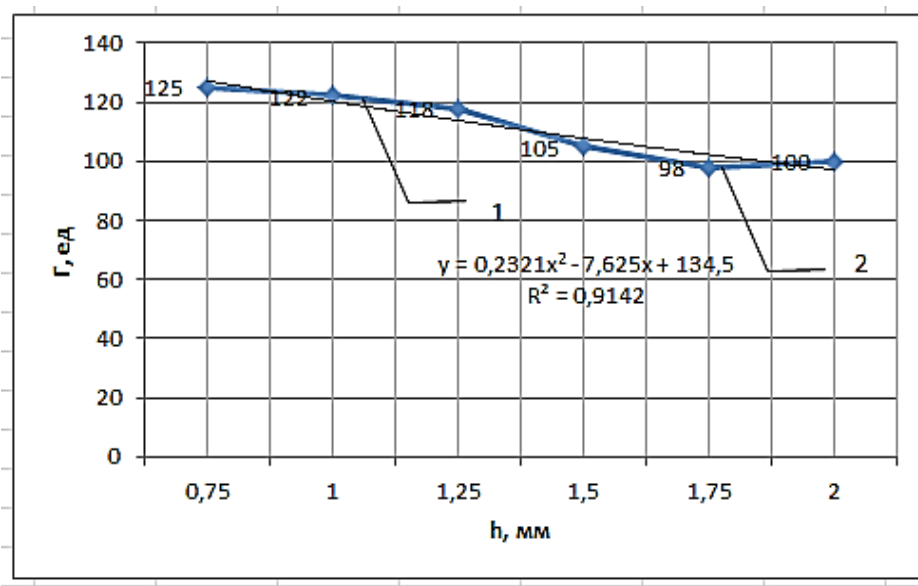


Рисунок 2 – Зависимость газопроницаемости модели от толщины слоя краски на ней

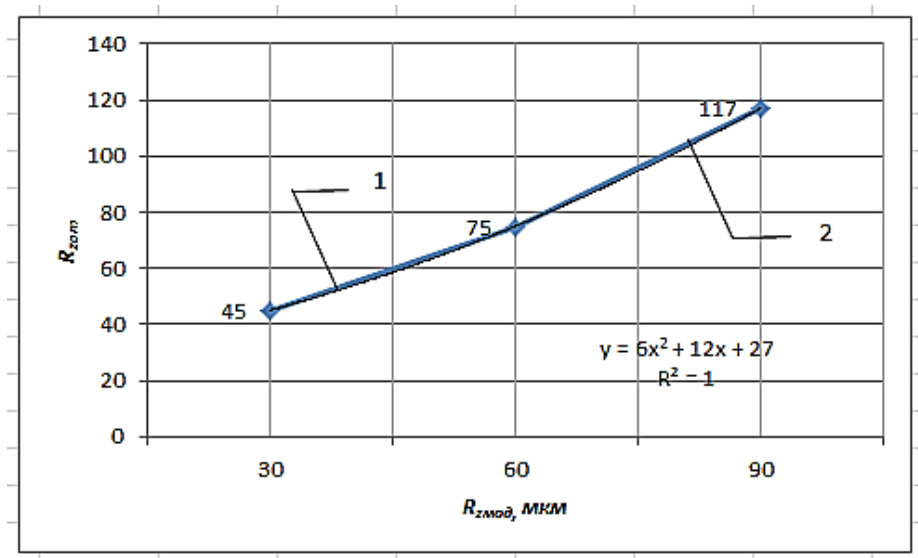


Рисунок 3 – Зависимость шероховатости отливок от шероховатости моделей

На графике показана экспериментальная линия регрессии (кривая 1). Расчетная линия регрессии (кривая 2) построена по уравнению $y = 6x^2 + 12x + 27$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 1$.

Результаты экспериментальных данных по определению зависимости величины пригара отливки от толщины слоя краски на полистироловой модели показаны на графике (рис. 4). До определенной толщины слоя краски (около 2 мм) по мере ее увеличения уменьшается величина пригара на отливках.

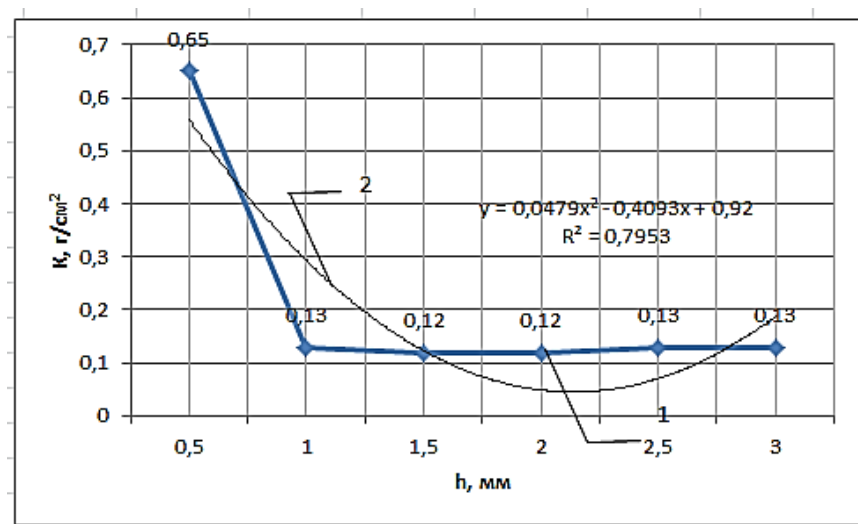


Рисунок 4 – Зависимость величины пригара от толщины слоя краски на полистироловой модели

На графике показана экспериментальная линия регрессии (кривая 1). Расчётная линия регрессии (кривая 2) построена по уравнению $y = 0,0479x^2 - 0,4093x + 0,92$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 0,7953$.

Таким образом, определен оптимальный состав краски для полистироловых моделей при изготовлении отливок из жаропрочного сплава. Также экспериментальным путем показано, что газифицируемую модель следует покрывать слоем противопопригарной краски толщиной 1,2-2,0 мм.

Список литературы

1. Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям. - СПб.: Профессионал, 2007. - 408 с.
2. Хватов Б.Н. Выполнение измерений параметров шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73 при помощи приборов профильного метода. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 24 с.

Получено 15.11.2017

УДК 621.744

В.Ю. Куликов, А.З. Исагулов, Е.П. Щербакова, Т.В. Ковалева

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯДРА ПОЛЗУЧЕСТИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ПЕСЧАНО-СМОЛЯНОЙ ФОРМЫ

В этой статье мы представили нелинейность деформации песчано-смоляной смеси (ПСС), которая обусловлена различным характером зависимости упругой, вязкой и пластической деформации от напряжения. Получено уравнение ядра ползучести ПСС. Несмотря на достаточно широкое применение различных методов обработки изделий в промышленности, на сегодня так и не создана единая теория упрочнения поверхности, а выполняемые работы, в основном, носят частный характер.

Осы мақалада ҚБҚ деформациясының сызықтық емес, тұтқыр және серпімді деформацияның кернеуге қатынасы қарастырылған. ҚБҚ ұяшық сырғыма теңдеуі алынды. Өнеркәсіпте бұйым өңдеудің әртүрлі әдістерін қолдану аясының көптігіне қарамастан, бүгінгі таңда бетті беріктендірудің біртекті теориясы құрылмаған.

In this paper we have presented the nonlinearity of the strain of the PSS, which is due to the different nature of the dependence of the elastic, viscous and plastic deformation on the stress. The equation of the CCP creep kernel is obtained. Despite the wide application of various methods of processing products in industry, today there has not been created a unified theory of surface hardening, and the work performed is mostly of a private nature.

Ключевые слова: песчано-смоляные смеси, отливки, деформация, стержни.

В литейном производстве основным из получаемых методов литья остаётся получение отливок в песчано-глинистые формы. Применение песчано-смоляной смеси (ПСС), помимо экономии в литейном производстве за счёт снижения трудоёмкости механической обработки, экономит материалы и энергию в смежных отраслях, связанных с изготовлением литых заготовок.

Использование синтетической смолы в качестве связующего материала при изготовлении форм и стержней явилось крупным шагом в деле повышения эффективности литейного производства, снижения материалоёмкости. Применение ПСС повысило качество изготовления форм и стержней, сократило цикл их изготовления, снизило затраты труда и топливно-энергетических ресурсов.

Эффективность перевода отливок на литьё в оболочковые формы можно определить сравнением с другими различными вариантами получения заготовок.

На литьё в оболочковые формы рекомендуется [1] переводить детали:

- 1) не требующие разъёма или имеющие простейший разъём, с возможно наименьшим количеством стержней;
- 2) литьё которых в песчано-глинистые формы связано с трудоёмкой очисткой, повышением брака по поверхностным дефектам и газовым раковинам;
- 3) механическая обработка которых может быть устранена или доведена до минимума по сравнению с литьём в песчано-глинистые формы, требующие повышенной точности размеров и чистоты поверхности.

Использование оболочковых форм для изготовления отопительных радиаторов значительно сокращает процент брака, позволяет повысить теплоотдачу радиаторов за счёт повышения чистоты поверхности.

Использование прессования при термическом нагреве (вкуче с некоторым увеличением давления – подпрессовка) смеси позволяет равномернее распределить связующее на зёрнах песка, повышает упаковку зёрен, всё это приводит к повышению прочности на сжатие, разрыв, изгиб. Повышается и плотность смеси за счёт более плотной упаковки песчинок и удаления внутрипорового воздуха. Этот метод не требует использования плакированных смесей, то есть нет необходимости в дополнительных затратах. Всё это позволяет в конечном итоге снизить содержание связующего, что ведёт к удешевлению отопительных радиаторов.

Исследования процесса формирования твёрдой оболочки из ПСС, напряженно-деформированного состояния корки при формировании и реологических свойств ПСС приводились на экспериментальной установке и приборах оригинальной конструкции. Промышленные исследования проводились на ТОО «КМЗ им. Пархоменко».

Формовочная машина для изготовления оболочковых форм по испытываемой технологии (рис. 1) модернизирована на основе формовочного полуавтомата модели 51713 и состоит из бункера, в который засыпается ППС, печи, плиты для дополнительного статического приложения нагрузки, стола, на котором смонтирована электронагреваемая мо-

дельная плита с моделью. На модельную плиту устанавливается опока.

На модельной плите с одной стороны располагаются модели отливок горно-шахтного оборудования, с противоположной стороны плиты имеются пружинные толкатели (для снятия готовой оболочковой полуформы с модели) и электронагревательные приборы. Там же располагается термодатчик, с помощью которого контролируется нагрев плиты до заданной температуры.

На модель устанавливали наполнительную рамку высотой 120 мм, по периметру совпадающую с бункером. В исходном положении модели были накрыты корпусом сушильной печи. Рядом располагался бункер, в который засыпали механическую смесь песка с пулвербакелитом и некоторыми добавками.

В рабочем режиме печь поднимается вверх, и на модельную плиту в опоку из бункера засыпается ПСС. При этом на наполнительную рамку с насыпанной смесью опускается плита, оказывая статическую нагрузку на смесь. По окончании цикла плита возвращается в первоначальное состояние.

Под действием тепла модельной оснастки пулвербакелит в слое смеси, непосредственно прилегающей к модельной плите, плавился и смачивал зёрна песка. После получения оболочки плита возвращалась в исходное положение, а модели с оболочкой накрывались печью, внутри которой температура была около 350 °С. Толщина оболочки составляет 8...12 мм.

Машина может работать как в автоматическом режиме, так и в ручном.

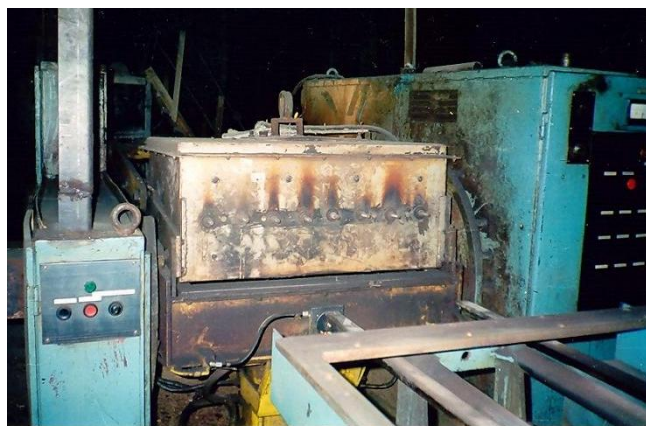


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Для определения оптимального давления, прилагаемого на смесь, следует рассчитать напряженно-деформированное состояние формы. Деформацию ПСС в зависимости от времени и скорости напряжений следует определить, учитывая вязкую, упругую и пластичную составляющие деформации.

Ранее [2] было определено напряжение релаксации σ_p ППС (1):

$$\varepsilon = \left(-\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \cdot \sigma + \left(\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \right) \cdot \sigma = \sigma \cdot \left[\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}) \right]. \quad (1)$$

Зависимость (1) является уравнением ползучести ПСС при приложенной к ней статической нагрузке:

$$\sigma_p = \frac{E_0 \cdot E_1 \cdot \varepsilon_p}{2 \cdot (E_0 + E_1)},$$

где E_0, E_1 – соответственно модуль упругости, в момент времени $t=0$ и $t=t_1$; ε_p – деформация релаксации.

Полученная формула является уравнением ползучести формообразования ППС, где τ_1 – период ползучести в момент времени $t = t_1$.

С другой стороны, используя теорию наследственной ползучести Больцмана-Вольterra, получим:

$$\varepsilon = (1/E_1) \cdot [\sigma + \int K(t-t_0) \cdot \sigma \cdot dt],$$

где $K(t-t_0)$ – ядро ползучести.

Приравняем зависимости:

$$\begin{aligned} \sigma \cdot \left[\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \right] &= \left(\frac{1}{E_1} \right) \cdot \left[\sigma + \int_0^t k \cdot (t - t_0) \cdot \sigma_0 \cdot dt \right] \\ \frac{\sigma \cdot E_1}{\sigma_0} \cdot \left[\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \right] - \frac{\sigma}{\sigma_0} &= \int_0^t k \cdot (t - t_0) \cdot dt \\ \left(\int f(x) dx \right)' &= f(x) \\ \frac{\sigma \cdot E_1}{\sigma_0} \cdot \left[\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \right] - \frac{\sigma}{\sigma_0} &= \int_0^t k \cdot (t - t_0) \cdot dt \\ \left(\int_0^t k \cdot (t - t_0) \cdot dt \right)' &= k \cdot (t - t_0) = \left[\frac{\sigma \cdot E_1}{\sigma_0} \cdot \left[\frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \right] - \frac{\sigma}{\sigma_0} \right]' = \\ &= \frac{\sigma \cdot E_1}{\sigma_0} \cdot \frac{2 \cdot \tau_1}{E_0} \cdot \left(e^{-\frac{t}{\tau_1}} \cdot \left(-\frac{1}{\tau_1} \right) \right) = \frac{\sigma \cdot E \cdot 2 \cdot \tau_1 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}}{\sigma_0 \cdot E_0 \cdot \tau_1} = \frac{2 \cdot \sigma \cdot E \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}}{\sigma_0 \cdot E_0}. \end{aligned}$$

Таким образом, уравнение ядра ползучести выглядит так:

$$k \cdot (t - t_0) = \frac{2 \cdot \sigma \cdot E \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}}{\sigma_0 \cdot E_0}.$$

Сравнение теоретических и практических результатов приведено на рис. 2.

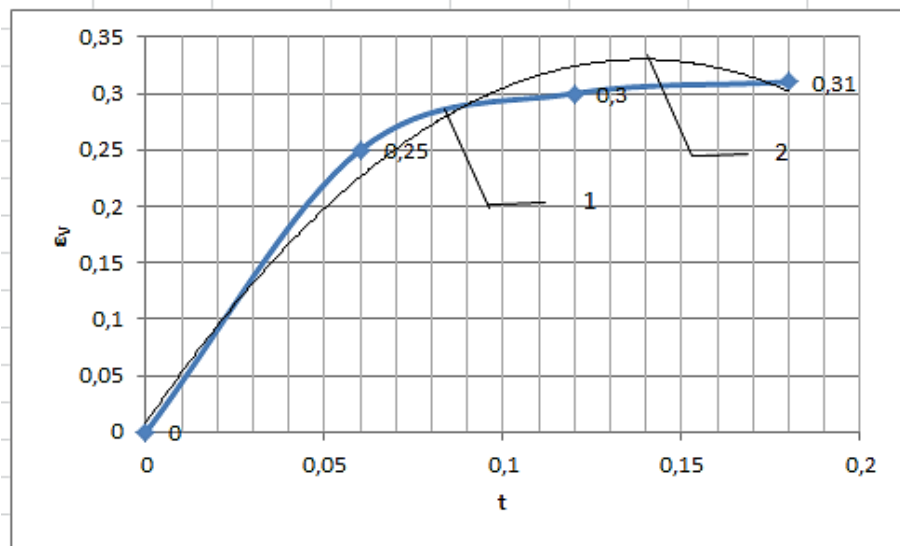


Рисунок 2 – Сравнение теоретических и экспериментальных данных деформации ППС во времени

На графике показана экспериментальная линия регрессии (кривая 1). Расчётная линия регрессии (кривая 2) построена по уравнению $y = -16,667x^2 + 4,6333x + 0,008$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 0,9799$.

В этой статье мы представили нелинейность деформации ПСС, которая обусловлена различным характером зависимости упругой, вязкой и пластической деформации от напряжения. Получено уравнение ядра ползучести ПСС.

Несмотря на достаточно широкое применение различных методов обработки изделий в промышленности, на сегодня так и не создана единая теория упрочнения поверхности, а выполняемые работы, в основном, носят частный характер. Это объясняется сложностью физико-химических процессов, которые проходят на поверхности при высокотемпературном взаимодействии с насыщающими средами, фазовыми и структурными превращениями на диффузионной стадии, кинетикой процесса [3].

Список литературы

1. Соколов Н.А. Литье в оболочковые формы. - М.: Машиностроение, 1969. - 316 с.
2. Куликов В.Ю. Определение напряжения ползучести и релаксации песчано-смоляных смесей / В.Ю. Куликов, С.С. Квон, А.З. Исагулов и др. // Фундаментальные исследования. – М., 2015. - № 2. – Ч. 15. - С. 3272-3274.
3. Pastukhov A.G, Sharaya O.A., Berezhnaya I.Sh. Assessment of wear of a work face of a plunger of a homogenizer of milk // Development directions of tractors and renewable energy resources: Сб. ст. XXII Scientific meeting, 4 дек. 2015. / Faculty of Agriculture Novi Sad – Сербия, 2015. - С.6-11.

Получено 15.11.2017

УДК 617, 615.471, 539.8

Ө.Т. Құсайын-Мұрат, Д.Л. Алонцева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МИКРОПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ И ТРЕБОВАНИЙ К МЕДИЦИНСКИМ ИМПЛАНТАТАМ

В данной статье анализируются требования к медицинским имплантатам и методы микроплазменного нанесения биосовместимых покрытий с целью создания продукции медицинского назначения из титана.

Бұл мақалада титаннан медициналық мақсаттар үшін өнімдерді жасау үшін медициналық имплантаттарға қойылатын талаптар және биоййлесімді жабындарды микроплазмалы жағу әдістері талданды.

The paper describes the requirements for medical implants and methods of microplasma spraying of biocompatible coatings to develop the technology for the production of titanium medical products.

Ключевые слова: микроплазменное напыление, эндпротезирование, медицинские имплантаты, титан, гидроксипатит, биосовместимость,.

В настоящее время наблюдается большой прогресс в областях медицины, связанных с использованием имплантатов (хирургия, ортопедия, эндопротезирование), благодаря постоянному развитию технологий создания самих имплантатов и необходимых для их установки медицинских инструментов. Одним из условий успешного функционирования таких изделий медицинского назначения является обеспечение их биосовместимости, для

чего используются разнообразные технологии нанесения биосовместимых покрытий на имплантаты.

Цель статьи заключается в анализе различных методов микроплазменного напыления биосовместимых покрытий и требований к медицинским имплантатам для разработки научных основ технологии производства медицинской продукции из титана и его сплавов.

Имплантатами называют класс изделий медицинского назначения, используемых для вживления в организм в роли заменителей отсутствующих органов человека (протезов) [1]. Обычно в качестве материалов для изготовления имплантатов используются металлы, при этом большее значение придают требованию биосовместимости. Биосовместимость означает, что имплантаты должны быть совместимыми с тканями организма, взаимодействовать с ними благоприятным для вживления образом, не отторгаться организмом и не повреждаться в процессе эксплуатации.

Человеческий организм и эндопротез сустава вместе создают новую биотехническую систему, где организм влияет на имплантат своими тканями, ферментами иммунной и эндокринной системами, а имплантат своей конструкцией, химическим составом, макроструктурой поверхности и многими другими свойствами [2]. Костная ткань эластична, и функционирование имплантата прежде всего зависит от физико-механических свойств материала, из которого он изготовлен, а также от формы внутрикостной части имплантата.

Авторы работ [1-3] проводили исследования, в результате которых были сделаны выводы, что наиболее благоприятными для использования являются титановые имплантаты, потому что материал эндопротеза должен быть биологически совместим с организмом человека, а титан оказывается биосовместимым (так как образует на своей поверхности защитную пленку из окислов) и некоррозийным материалом. Кроме этого, титан характеризуется очень малым удельным весом и из него можно получить довольно легкие и прочные имплантаты. Для обеспечения надежной фиксации ортопедических имплантатов в кости необходимо придать им пористость, чтобы имплантат фиксировался и вживлялся за счет прорастания в его поры костной ткани.

В работах [1-3] показано, что увеличение числа и размера пор может увеличить биосовместимость поверхности эндопротеза с живой тканью. Однако имеются некоторые ограничения по размеру пор в зависимости от вида операции. Кроме размеров пор и поверхностной плотности материала для эндопротезирования особо значимыми являются механические свойства материала, такие как прочность и эластичность. Современные крупнопористые материалы имеют эластичность 20-35% при нагрузке 16 Н/см. Мелкопористые материалы обычно более тяжелые, обладают эластичностью всего 4-16% при той же нагрузке [4].

Еще одним важным требованием к ряду имплантатов выступает наличие у них шероховатости. Шероховатость обеспечивает соединение костной ткани с имплантатом и тем самым предотвращает отторжение. Имплантаты с шероховатой поверхностью наиболее хорошо фиксируются в кости и меньше подвержены вредному влиянию действующих на них сил [5, 6]. Существуют разнообразные способы создания шероховатой поверхности. Одним из них является покрытие титановой плазмой и гидроксиапатитами (ГА).

Гидроксиапатит (ГА) - это кальцийфосфатный минерал $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ из группы апатита. Является основной минеральной составляющей костей (около 50% от общей массы кости) и зубов. В медицинской имплантологии синтетический ГА используется как покрытие имплантатов, способствующее нарастанию новой кости.

Одним из востребованных видов эндопротезов являются протезы тазобедренного сустава. Они обычно производятся литьем, ковкой или вырезанием на токарно-фрезерных станках, а их поверхность дополнительно обрабатывается для придания им шероховатости и увеличения биосовместимости. Бесцементные ножки протезов тазобедренных су-

ставов делают из сплавов на основе титана: титан-алюминий-ванадиевого сплава или из титан-алюминий-ниобиевого сплава. Бесцементные ножки имеют шероховатую поверхность, которая позволяет кости врастать в ножку. Они устанавливаются в кость по методу «плотной посадки» (press-fit), т.е. вколачиваются в канал бедренной кости после того, как его форма будет адаптирована под форму ножки специальными рашпилями. Поверхность бесцементной ножки эндопротеза тазобедренного сустава может быть покрытой специальными веществами, облегчающими врастание кости, или шероховатой с микропорами, что обеспечивается специальной обработкой, например плазменным титановым напылением. Иногда встречается сочетание поверхности с пористым покрытием и плазменным напылением специальных веществ. В этом случае очень важно, чтобы поры поверхности не забивались новым покрытием, поверхность должна оставаться разветвленной [7].

Технологический процесс создания поверхности бесцементного компонента эндопротеза очень сложен и трудоемок, и каждая из ведущих фирм-производителей эндопротезов тазобедренного сустава имеет свои запатентованные технологии. Среди веществ, которыми покрывают ножку для облегчения врастания кости, в подавляющем большинстве случаев используют именно ГА, как, например, ножки с ГА-покрытием Corail фирмы DePuy концерна «Джонсон энд Джонсон».

Таким образом, в настоящее время при разработке и изготовлении перспективных типов имплантатов используются различные методы нанесения биосовместимых покрытий. Из них наиболее эффективным, на наш взгляд и по мнению авторов работ [8-12], является плазменное напыление, которое заключается в подаче материала (проволоки или порошка через специальный дозатор) в плазменную струю, формируемую плазмотроном, в расплавлении и в перемещении к поверхности частиц порошка или проволоки в плазменной струе, «врастании» или «вбивании» в защитной среде инертного газа частично или полностью расплавленных частиц в подложку - поверхность имплантата. Такой метод может обеспечить создание покрытия с контролируемой пористостью и шероховатостью поверхности. Желаемые характеристики покрытия обеспечиваются корректным выбором материалов, включая размеры и форму частиц порошков, а также параметров плазменного напыления (мощность источника, диаметр пятна напыления, скорость подачи порошка в дозаторе, скорость движения плазменного пятна по образцу и т.д.).

В работе [4, с. 20] отмечается, что «преимущества плазменного метода состоят в относительной простоте регулирования параметров; высокой технической и экологической культуре; возможности напыления в различных средах; возможности интеграции процессов плазменной очистки, активации поверхности, напыления и закрепления покрытия в одном технологическом объеме установки без промежуточной транспортировки и хранения. Химический и фазовый состав исходного материала в значительной мере определяют состав, структуру, функциональные свойства покрытий».

Методы создания биосовместимых покрытий постоянно совершенствуются и патентуются. Приведем несколько примеров, показывающих направление развития данных технологий.

В описании полезной модели в работе [13] показана важность получения пористых покрытий. Авторы [13] получили комбинированное пористое биоактивное покрытие, в состав которого входят оксиды кремния. Цель применения полезной модели – обеспечение долговременной стабильности и коррозионной стойкости протезов крупных суставов из титана и его сплавов в среде организма и, как следствие, уменьшение риска отторжения протезов.

Изобретение [14] относится к медицине. Описан способ изготовления внутрикостного имплантата с биосовместимым покрытием, включающий нанесение плазменным напыле-

нием на металлическую титановую основу имплантата биологически активного покрытия, при котором напыление при различных режимах ведут послойно.

Авторы изобретения [15] предлагают использовать три промежуточных слоя для получения надежного покрытия, содержащего ГА: 1-й слой - пористый титан, дисперсность 3-10 мкм, 2-й слой - пористый титан, дисперсность 50-100 мкм, 3-й слой - пористая композиция, титановые частицы с ГА (60% Ti, 40% ГА). Создание дополнительной разветвленной поверхности приводит к наиболее прочному закреплению на ней частичек плазменно-напыленного ГА.

Изготовление внутрикостных имплантатов с антимикробным эффектом, описанное в работе [16], также включает в себя послойное нанесение плазменным напылением на металлическую основу имплантата биологического активного покрытия. В описанном способе первым и вторым слоями дистанционно напыляют титан, третьим слоем наносят механическую смесь порошка титана и ГА, четвертый слой формируют на основе ГА или оксида алюминия. Отмечается, что такие внутрикостные имплантаты имеют биосовместимое покрытие повышенной прочности.

Большое внимание уделяется способам получения биоактивных покрытий в работах [17-19]. Такие покрытия должны обладать высокой адгезией к поверхности имплантата и развитой шероховатой поверхностью, достаточной для успешной остеоинтеграции костной ткани. Описанные в [17-19] биоактивные покрытия на имплантатах из титана содержат кальций-фосфатные соединения и имеют многоуровневую пористую структуру с шероховатой поверхностью.

Способы, предложенные в работах [20, 21], включают предварительную пескоструйную обработку имплантата для получения шероховатости поверхности и плазменное напыление, которое позволяет обеспечить адгезионную прочность, однако не создает поверхностной упорядоченной пористости покрытия, в результате чего снижается уровень его остеоинтеграции.

Среди существующих в настоящее время плазменных методов создания биосовместимых покрытий особенно привлекательным является метод микроплазменного напыления (МПН), так как он характеризуется малым диаметром пятна напыления (1...8 мм) и малой (до 2 кВт) мощностью плазменного источника, что обеспечивает низкое поступление тепла в подложку и позволяет избежать коробления мелких деталей при обработке, а также обеспечить локальность нанесения материала и сохранить существующую пористость поверхности [10-12]. Технология МПН в настоящее время находит успешное применение не только в ортопедической стоматологии для изготовления имплантатов с металлическими покрытиями, но и в эндопротезировании [12].

В Восточно-Казахстанском государственном техническом университете (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева на базе опытного роботизированного комплекса микроплазменной обработки поверхности апробируются новые технологические решения по нанесению биосовместимых покрытий медицинского назначения с высокой (прецизионной) точностью за счет использования робота-манипулятора Kawasaki RS010LA (Kawasaki Robotics, Япония), на руке которого монтируется установка микроплазменного напыления МПН-004, производства Института электросварки им. Е.О. Патона (Киев, Украина). Разрабатывается технология создания продукции медицинского назначения (имплантатов и медицинских инструментов) из титана. Отрабатываются технологические решения по созданию и нанесению микроплазменным методом на металлические подложки биосовместимых покрытий, обеспечивающих выполнение проанализированных в данной статье требований к имплантатам (биосовместимость, шероховатость, прочность, пористость и др.).

Благодарность: исследование проведено при финансовой поддержке Комитета науки МОиН РК в рамках программно-целевого финансирования по научно-технической программе «Целевая научно-техническая программа Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, ориентированная на разработку новых видов продукции для производства на ведущих промышленных предприятиях Восточно-Казахстанской области» на 2017-2019 гг., по подпрограмме 0006/ПЦФ-17 «Выпуск титановой продукции для дальнейшего использования в медицине».

Авторы также выражают благодарность Научно-образовательному Фонду им. академика Шахмардана Есенова (г. Алматы, Республика Казахстан) за предоставление именных ежемесячных стипендий талантливым студентам, активно занимающимся научной деятельностью.

Список литературы

1. Загородний Н.В. Эндопротезирование крупных суставов человека: Учеб. пособие / Н.В. Загородний, Е.Ш. Ломтатидзе, С.В. Сергеев и др. // Приоритетный национальный проект «Образование». - М.: Изд-во РУДН, 2008. – 65 с.
2. Загородний Н.В.. Эндопротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 704 с.
3. Ануров М.В. Влияние структурных и механических свойств сетчатых протезов на эффективность пластики грыжевых дефектов брюшной стенки: Дисс. ... д-ра мед. наук. – М., 2014. – 298 с.
4. Петровская Т.С. Физико-химические основы и технологии получения биосовместимых покрытий на титановых имплантатах и регулирование их биологических свойств: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. – 2013.
5. Itaru Yoda, Hironobu Koseki, corresponding author Masato Tomita, Takayuki Shida, Hidehiko Horiuchi, Hideyuki Sakoda, and Makoto Osaki. Effect of surface roughness of biomaterials on *Staphylococcus epidermidis* adhesion // BMC Microbiol. – 2014. – Vol. 14. – P. 234. Published online 2014 Sep 2. - doi: 10.1186/s12866-014-0234-2.
6. Khandaker Morshed, Riahinezhad Shahram, Sultana Fariha, Vaughan Melville B, Knight Joshua, and Morris Tracy L. Peen treatment on a titanium implant: effect of roughness, osteoblast cell functions, and bonding with bone cement // Int J Nanomedicine. – 2016. – Vol. 11. – P. 585–595. Published online 2016 Feb 4. - doi: 10.2147/IJN.S89376.
7. Heimann Robert B. Materials Science of Bioceramic Coatings: An Editorial // The Open Biomedical Engineering Journal. – 2015. - Vol. 9. - P. 25-28.
8. Heimann R.B. Thermal spraying of biomaterials, Surface and Coatings Technology, / - 2006. - Vol. 201. - P. 2012-2019
9. Tucker, R.C., Jr. (editor). Introduction to Coating Design and Processing // ASM Handbook, Thermal Spray Technology. - 2013. – Vol. 5A. - P. 76-88.
10. Vardelle A., Moreau Ch., Nickolas J., Themelis A. Perspective on Plasma Spray Technology// Plasma Process. - 2015. - P. 491–509.
11. Lin L., Wang Q. Microplasma: a new generation of technology for functional nanomaterial synthesis // Plasma Chemistry and Plasma Processing - 2015. - DOI: 10.1007/s11090-015-9640-y.
12. Dey A., Sinha A., Banerjee K. & Mukhopadhyay A.K. Tribological studies of microplasma sprayed hydroxyapatite coating at low load Journal Materials Technology Advanced Performance Materials. - 2014 - Volume 29, Issue sup1: Part B1: Orthopaedic biomaterials. - P. B35-B40.
13. Полезная модель № 168 106(13). Комбинированное пористое биоактивное покрытие / Г.В. Храмов (RU), М.Б. Иванов (RU), М.Ю. Газизова (RU). – 2017.
14. Пат. № RU 2443434. Способ изготовления внутрикостных имплантатов / И.П. Мельникова (RU), А.В. Лясникова (RU), В.Н. Лясников (RU). – 2012.
15. Лясников В.Н. Формирование равномерной пористой структуры титановых и гидроксиапатитовых покрытий на дентальных имплантатах при ультразвуковом плазменном напылении / В.Н. Лясников, Ю.В. Серянов, Н.В. Протасова и др. // Клин. имплант. и стомат. - 2000. - № 3/4 (13/14) - С. 114-118.
16. Пат. № 2512714. Способ изготовления внутрикостных имплантатов с антимикробным эффектом / И.П. Мельникова (RU), А.В. Лясникова (RU), В.Н. Лясников (RU). – 2014.

17. Пат. № №2386454. Биопокрытие на имплантат из титана и его сплавов и способ его получения / И.В. Родионов (RU), Ю.В. Серянов (RU), К.Г. Бутовский (RU), И.Ю. Гоц (RU), С.С. Попова (RU). – 2010.
18. Пат. № 2385740. Биоактивное покрытие на имплантате из титана и способ его получения / Е.В. Легостаева (RU), Ю.П. Шаркеев (RU), Т.В. Толкачева (RU), А.И. Толмачев (RU), П.В. Уваркин (RU). – 2010.
19. Пат. № 2396093. Селективный травитель для титана / Т.И. Гузеева (RU), В.В. Гузеев (RU), Л.А. Леонова (RU). – 2010.
20. Пат. № РФ2469744. Способ создания наноструктурной биоинертной пористой поверхности на титановых имплантатах / Ф.М. Абдуллаев (RU). – 2012.
21. Пат. № РФ 2146535. Способ изготовления внутрикостного стоматологического имплантата с плазмонапыленным многослойным биоактивным покрытием / В.Н. Ляников; Л.А. Верещагина, А.В. Лепилин; В.Б. Рыжков. – 2000.

Получено 15.11.2017

УДК 620 (075.8)

С.В. Плотников, Д.А. Калыгулов, И.А. Клиновицкая

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В статье рассматривается технология производства фотоэлектрических преобразователей, реализованная в Республике Казахстан. Представлены основные этапы производства, а также даны экспериментальные результаты физико-химических процессов. Определены основные параметры фотоэлектрических преобразователей.

Мақалада Қазақстан Республикасында жүзеге асырылған фотоэлектрлі түрлендіргішті өндіру технологиясы қарастырылған. Өндірістің негізгі кезеңдері көрсетілген, сонымен қатар физикалық-химиялық үрдістердің зертханалық нәтижелері берілген. Фотоэлектрлі түрлендіргіштердің негізгі баптамалары анықталған.

This article describes the solar cell production technology, implemented in the Republic of Kazakhstan. The main stages of production are presented, as well as experimental results of physicochemical processes are given. The main parameters of photoelectric converters are determined.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотоэлектрические преобразователи, процесс, мультикристаллический кремний, диффузия, текстуризация, плазмохимическое осаждение.

Как известно, солнечная энергетика является одним из перспективных направлений развития возобновляемых источников энергии. С энергетической точки зрения наиболее эффективными устройствами для превращения солнечной энергии в электрическую являются полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) [1].

Как было отмечено в работе [2], фотовольтаика является наиболее активно растущим сегментом из всех типов возобновляемой энергии и показывает ежегодные темпы прироста мощностей на уровне 40. На начало 2010 года мощности фотоэлектрической солнечной энергетики в глобальном масштабе составили 23 ГВт (увеличившись более чем на 7 ГВт по сравнению с началом 2009 года), из которых 68% приходится на Европейский союз. По прогнозам ряда европейских экспертов, суммарные мощности сегмента к 2020 году должны превысить 100 ГВт. Более 80% фотоэлектрических станций производится на основе кремния, что является следствием как значительных запасов кварца для производства кремния, так и высокой степенью разработанности кремниевых

технологий, успешно использующихся в микроэлектронике. На основе Сарыкольского месторождения высокочистого кварца, расположенного вблизи г. Уштобе, АО НАК Казатомпром разработал и реализует совместно с научно-техническими центрами Франции, США и Голландии проект KAZPV. Целью проекта является организация промышленного производства фотоэлектрических станций, элементной базой которых являются кремниевые ФЭП. Сырьевой материал кремний производится по карботермической технологии на предприятии «Kazsilicon» в г/ Уштобе, а выпуск ФЭП и сборка модулей на заводах в городах Усть-Каменогорске и Астане соответственно.

Целью данной работы является исследование существующей технологии производства ФЭП на основе мультикристаллического кремния, реализованной на ТОО «Kazakhstan Solar Silicon» в г. Усть-Каменогорске, и анализ произведенных солнечных элементов.

Схема проведенного эксперимента представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Технологические процессы и измеряемые параметры эксперимента

Материалом для исследования были выбраны мультикристаллические кремниевые пластины (КП) на основе кремния «солнечного» качества толщиной 180-200 мкм. Для полного анализа технологии и сравнения результатов были выбраны КП, произведенные из различного кремния: Jaso, Wacker, Elkem, Irysolar. Основное различие заключается в способах получения кремния «солнечного» качества из металлургического кремния [3].

Технология производства ФЭП основана на ряде физико-химических процессов и состоит из следующих этапов: текстурирование, создание эмиттера методом диффузии фосфора, удаление фосфорсиликатного стекла (ФСС), нанесение антиотражающего покрытия (АОП), металлизация, вжигание контактов, а также финальное тестирование и сортировка готовых ФЭП. Реализуемая технология на ТОО «Kazakhstan Solar Silicon» является одной из хорошо отработанных технологий в мире [4]. Структура производимых солнечных элементов называется «co-fired screen printed Aluminum Back Surface Field

(Al-BSF) cell», в которой BSF (back side field) – тыльное поле, «отзеркаливающее» носители заряда, которые еще не успели дать вклад в генерацию тока [5].

На первом этапе исследования был проведен процесс текстуризации. Любая КП имеет поверхность, поврежденную на наноуровне при резке слитков. Этот нарушенный слой необходимо убрать. Если просто снять несколько микрон при помощи химического травления, то поверхность пластины окажется гладкой и будет отражать существенную часть падающего на нее излучения [6]. Так как для получения более эффективных солнечных элементов важно преобразовать в электричество как можно больше солнечного света, то поверхность стараются сделать неровной на микроуровне. В результате кислотного текстурирования образуются лунки вне зависимости от ориентации кристаллитов. При этом происходит уменьшение отражательной способности.

В связи с этим в данной работе мультикристаллические пластины текстурировались в растворе HCl/HNO_3 . Измерение отражательной способности проводилось на всех 4-х группах пластин до и после текстурирования с помощью сферического рефлектометра X-Rite SP62. Данная система измеряет спектр источника света, падающего на пластину, и спектр света, отраженного от пластины, затем сравнивает измеренные спектры.

На рис. 2 представлено изображение поверхности текстурированной мультикристаллической пластины, где видно, что на поверхности пластины образовались лунки, которые и позволяют увеличить поглощающую способность.

На рис. 3 представлена полученная зависимость отражательной способности до и после текстурирования.

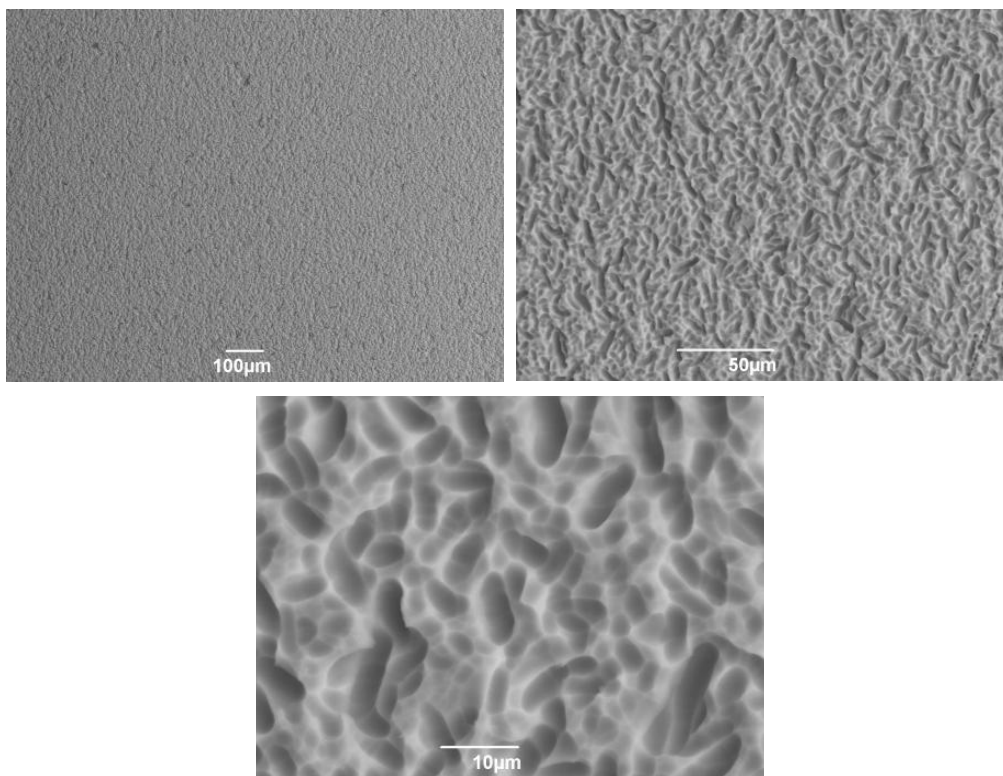


Рисунок 2 – Изображение участков поверхности мультикристаллических пластин в увеличении 10, 50 и 100 μm после текстурирования

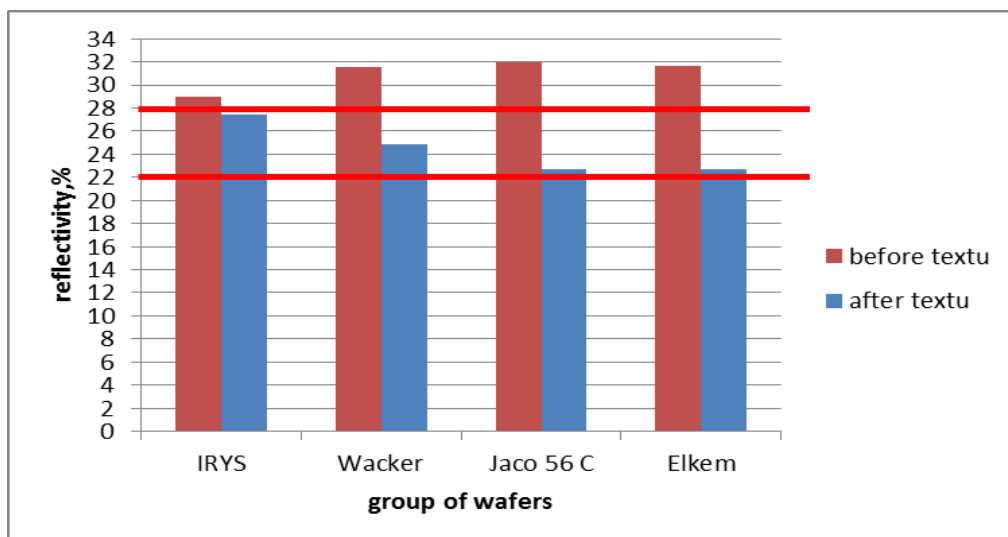


Рисунок 3 – Отражательная способность до и после текстурирования, измеренная спектрофотометром X-Rite SP62

Результаты замеров показали уменьшение отражательной способности на 4-6% у всех групп КП, кроме группы Irysolar. Следует отметить, что концентрация кислотных растворов, используемых для процесса, была идентична для всех групп.

Затем был сформирован эмиттер посредством POCl_3 диффузии при высокой температуре теплового процесса 835 °C/25 мин при пониженном давлении. В ходе эксперимента для создания эмиттера использовалась диффузионная печь Semco Engineering (Lydop) [7]. Одним из важнейших электрических измерений является определение удельного (ρ) и поверхностного (R_s) сопротивлений. Для этой цели удобнее всего использовать 4-зондовый метод измерения, не требующий создания омического контакта к исследуемому образцу. Поэтому для измерения поверхностного сопротивления использовался прибор измерения поверхностного сопротивления 4-точечным методом CMT SR2000N. Результаты измерения представлены на рис. 4.

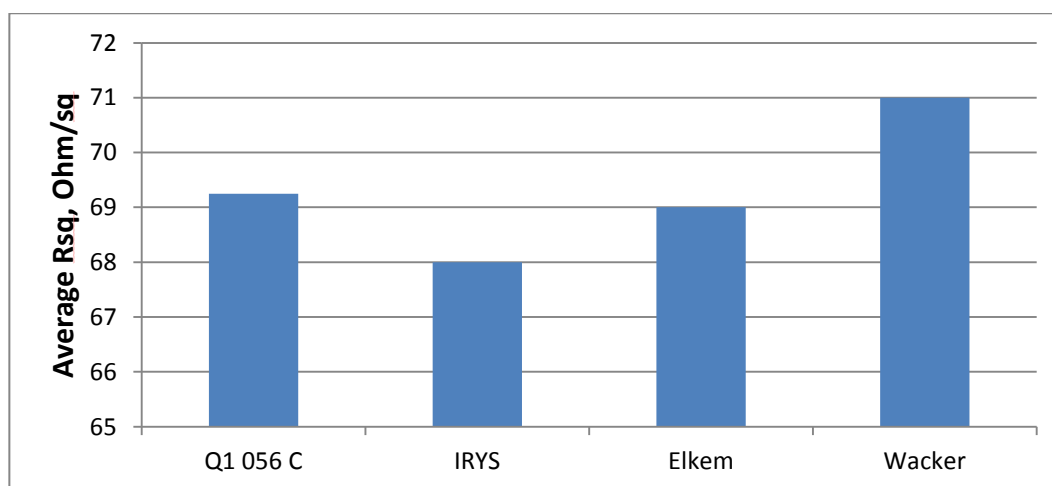


Рисунок 4 – Поверхностное сопротивление после процесса диффузии фосфора

В результате проведенного процесса диффузии фосфора методом *Lydor* при одинаковых параметрах сформирован эмиттер с поверхностным сопротивлением порядка 69 Ом/кв для групп пластин *Elkem* и *Jaco*. Самым высоким сопротивлением обладает группа *Wacker* (71 Ом/кв), а низким – группа *Irysolar* (Ом/кв).

Как известно, во время диффузии образуется ФСС и *n*-слой не только на лицевой стороне пластины, но и на ее торцах и на тыльной поверхности. При этом имеет место электрическое замыкание между лицевым и тыльным токосъемными контактами. На следующем этапе исследования часть КП подвергается химическому травлению для удаления ФСС. После чего часть протравленных пластин была исследована на время жизни носителей заряда методом μ -PCD. Метод измерения распада фотопроводимости в микроволновом диапазоне (μ -PCD) является распространённым методом измерения времени жизни неосновных носителей в полупроводниках (τ). Для измерения выбрана измерительная система WT-2000 PVN [8]. На рис. 5 показаны результаты измерений среднего времени жизни носителей заряда до и после процесса диффузии.

Наибольшее значение времени жизни носителей заряда (порядка 12 мкс) имеют пластины *Elkem* и *Irysolar*, что позволяет предположить их высокую эффективность. Пластины остальных групп имеют среднее значение $\tau = 10$ мкс.

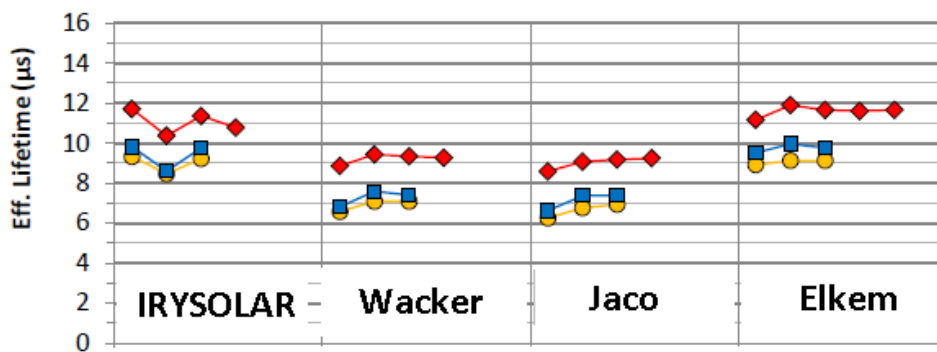


Рисунок 5 – Среднее время жизни носителей заряда (красный – после процесса, синий – с ФСС, желтый – до процесса диффузии)

С целью еще большего уменьшения этих потерь, классифицируемых как оптические, на следующем технологическом этапе на рабочую поверхность солнечных элементов наносится АОП. Опираясь на законы оптики, инженеры подбирают толщину и коэффициент преломления покрытия так, что удастся уменьшить отражение до 1-2%.

Сегодня существует огромное множество различных типов АОП, которые наносятся несколькими различными методами (APCVD, LPCVD, PECVD и т.п.) [9]. На практике в качестве АОП для кремниевых солнечных элементов чаще всего используются пленки оксида титана или нитрида кремния, причем последней все чаще отдается предпочтение. Нитрид кремния обычно наносится методом PECVD, т.е. путем ускоренного плазмой химического напыления из газовой фазы, в специальных трубчатых печах.

Процесс PECVD [9] предполагает, что химический реактив, попадая в зону реактора, распадается под влиянием плазмы и температуры на отдельные элементы, которые затем оседают на поверхность пластины и вступают в химическую реакцию. В результате на лицевой поверхности пластины «выращивается» тончайшая пленка нитрида кремния, которая обладает требуемыми свойствами. Ее толщина составляет около 80 нм, что намного меньше размеров микропирамид текстуры и позволяет добиться эффекта антиотражения

независимо от структуры рельефа поверхности. С помощью процесса PECVD одновременно с нанесением АОП можно провести пассивирование и гидрирование объемного материала пластины для улучшения КПД.

Этот метод обеспечивает очень хорошую равномерность покрытия. Оценить толщину АОП можно достаточно легко даже на глаз: окраска поверхности пластины зависит от толщины АОП. Тем не менее, для качественной оценки толщины АОП может применяться встроенная система мониторинга цвета пластин.

После нанесения АОП пластина поглощает большую часть солнечного излучения, падающего на ее поверхность. Причем толщина покрытия оптимизирована таким образом, чтобы работать в наиболее эффективном диапазоне спектра. В связи с этим все солнечные элементы имеют красивый и глубокий темно-синий цвет.

Согласно схеме эксперимента (рис. 1) на данном этапе было проведено измерение толщины полученной пленки нитрида кремния и ее показателя преломления. Для измерения выбрана измерительная система Ellipsometer Semilab LE 200PV. Эллипсометр позволяет измерять коэффициент преломления и толщину полупрозрачных тонких пленок. Принцип работы устройства основан на факте, что отражение от поверхности диэлектрика зависит от поляризации света, а при прохождении света через прозрачный слой в зависимости от коэффициента преломления материала изменяется фаза входящей волны.

Как показывают результаты замеров (рис. 6), толщина и показатель преломления АОП для различных групп пластин при одних и тех же параметрах процесса имеют неодинаковые значения. Следует отметить, что диапазоны полученных толщин и показателей преломления пленок нитрида кремния обеспечивают высокий уровень поглощающей способности и необходимый уровень пассивации материала.

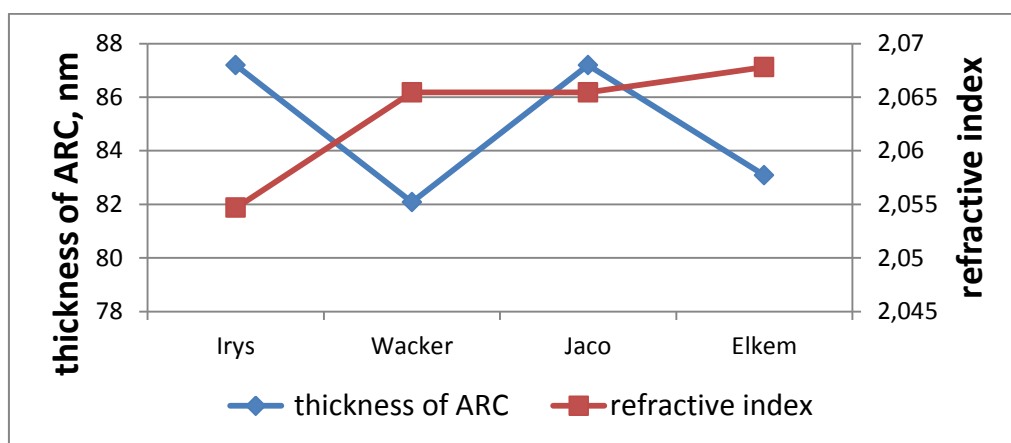


Рисунок 6 – Толщина и показатель преломления АОП после процесса PECVD

На последнем этапе эксперимента исследована зависимость электрических параметров 4-х групп солнечных элементов, произведенных из вышеуказанных КП. На группах пластин с нанесенным АОП была проведена лицевая и тыльная металлизация. Готовые солнечные элементы протестированы и измерены вольтамперные характеристики (ВАХ) с помощью измерительной системы Berger.

ВАХ солнечного элемента (СЭ) - это зависимость тока, протекающего через СЭ, от падения напряжения на нем при освещении. ВАХ СЭ представляет собой суперпозицию вольтамперной характеристики диода в темноте и светового тока СЭ.

В настоящей работе использовался импульсный тестер с ксеноновой лампой. Калиброванные лампы-вспышки солнечного симулятора освещают СЭ, в то время как электронный регулятор нагрузки перемещает ячейку из условий полученной максимальной силы тока (ток короткого замыкания $=I_{sc}$) в условия полученного максимального напряжения (напряжение холостого хода $=V_{oc}$). Системный компьютер Berger собирает данные и вычисляет параметры СЭ. Программное обеспечение позволяет управлять процессом снятия электрических характеристик с СЭ. Результаты замеров представлены в таблице.

Электрические характеристики

Группа	Eff, %	Uoc, V	FF, %	Rsh, Ohm	Rs, Ohm	Pmpp, W
Wacker	16,57%	0,611	77,874	280,193	0,00322	4,037
Elkem	16,70%	0,614	78,914	171,085	0,00293	4,066
Irysolar	16,69%	0,615	79,028	280,077	0,00285	4,064
Jaco	16,26%	0,611	77,269	224,480	0,00396	3,960

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что максимальной эффективностью ($\approx 16,7\%$) обладают СЭ, изготовленные из пластин Elkem и Wacker. Самый низкий результат показали СЭ группы Jaco. Следует отметить, что максимальная эффективность, полученная в ходе эксперимента, составляет $17,2\%$.

На сегодняшний день средняя эффективность солнечных элементов на основе мульткристаллического кремния достигает 19% в промышленных условиях, а в лабораторных - порядка 25% [10]. В связи с этим повышение эффективности производимых на ТОО «Kazakhstan Solar Silicon» ФЭП является актуальной задачей.

Список литературы

1. Аналитический центр при правительстве РФ. Информационная справка. - 2013. - 10 с.
2. Бетекбаев А.А. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии: состояние и перспективы использования проекта KAZPV / А.А. Бетекбаев, Д.А. Калыгулов, Д.М. Скаков и др. // Reports of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan – 2016 - volume 5. Number 309. - pp. 113-117.
3. Gøran Bye, Bruno Ceccaroli. Solar grade silicon: Technology status and industrial trends // Conference Paper in Solar Energy Materials and Solar Cells - 2014 - Solar Energy Materials & Solar Cells Number 130. - pp. 634–646.
4. Rubin Sidhu, David E. Carlson. Crystalline Silicon Solar Cell Technology // BP Solar. – 2010. – pp. 2-6.
5. S.W. Glunz, R. Preu, D. Biro // Chapter 1.16 in «Comprehensive Renewable Energy», Vol. 1. – 2012. – pp. 6-7.
6. D. Macdonald, C. Anders. // Proceedings of the 16th EPVSEC – 2000 - pp. 1707–1710.
7. <http://semco-tech.com/reduced-pressure-diffusion>.
8. <https://www.semilab.hu/category/products/carrier-lifetime-u-pcd-qss-upcd-0>.
9. <http://www.products.cvdequipment.com/applications/surfacecoating/>.
10. Martin A. Green, Keith Emery, Yoshihiro Hishikawa, Wilhelm Warta, Ewan D. Dunlop Solar cell efficiency tables (version 48) // Volume 24, Issue – 2016 - pp. 905–913.

Получено 15.11.2017

УДК 534.222.2

С.В. Плотников, А. ТұрлыбекұлыВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**В.И. Олешко**

Томский политехнический университет, г. Томск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФРОНТА УДАРНОЙ ВОЛНЫ В СТАЛИ

Проведено моделирование процесса формирования фронта ударной волны, а также расчет амплитуды давления на фронте ударной волны. Математическое моделирование процесса выполнено в программной среде COMSOL Multiphysics v.5.2a. Полученные результаты коррелируют с данными исследования микротвердости.

Соққы толқыны фронтының қалыптасу процесін модельдеу, сондай-ақ соққы толқыны фронтындағы қысым амплитудасын есептеу жүргізілді. Математикалық модельдеу COMSOL Multiphysics v.5.2a программалық ортасында жасалған. Алынған нәтижелер микроқаттылықты зерттеу нәтижелерімен жанасады.

The shock wave front formation process modeling, as well as calculation of the pressure amplitude at the shock wave front were carried out. Mathematical modeling of the process was performed in the COMSOL Multiphysics v.5.2a software environment. The obtained results have strong correlation with microhardness investigation data.

Ключевые слова: ударная волна, формирование фронта ударной волны, высокоинтенсивное динамическое нагружение, высокоскоростная деформация.

В задачах, связанных с созданием взрывостойких конструкций для хранения и транспортировки объектов, содержащих токсичные, радиоактивные и взрывчатые материалы, или проведением в них испытаний, особенно важно знать поведение прочности материалов этих конструкций, в частности сталей различных марок в широком диапазоне давлений, действующих на них ($p = 1 \div 13 \text{ GPa}$) при скоростях деформации ($\dot{\epsilon} = 10^3 \div 10^5 \text{ с}^{-1}$) [1, 2]. Большое количество экспериментальных наблюдений установило взаимосвязь между ударно-волновыми эффектами и постударными микроструктурными параметрами для каждого материала при определенных условиях и характеристиках ударной волны. Повышение плотности дислокаций, точечные дефекты, деформационное двойникование, ударноспровоцированные фазовые переходы или мартенситные превращения ведут к увеличению постударных механических свойств, таких как твердость, напряжение текучести [3]. Высокоскоростные деформационные процессы приводят к локализации деформации, так называемым полосам адиабатического сдвига. Данные структурные образования являются источниками разрушения в процессе эксплуатации изделия [4]. Энергия пластической деформации при высокоскоростном протекании процесса переходит в тепло, что является причиной термического разупрочнения и образования полос адиабатического сдвига [4]. Условием наблюдения полос адиабатического сдвига является разогрев материала до температур 500-800 °С согласно [5, 6].

Воздействие ударных волн давлением $>13 \text{ ГПа}$ в низкоуглеродистых сталях делает возможным наблюдение фазового превращения железа $\alpha(\text{ОЦК}) \rightarrow \epsilon(\text{ГПУ}) \rightarrow \alpha(\text{ОЦК})$. Одинократная ударная волна создает давление порядка 13 ГПа, однако в области суперпозиции ударной волны давление может возрасти, провоцируя переходы, остатки которых могут наблюдаться в микроструктуре образца [6, 7].

Расчет температуры и давления на фронте ударной волны производился с помощью программы COMSOL Multiphysics v. 5.2a с применением модуля механики твердого тела (Solid mechanics). В таблице приведены граничные условия модели. Скорость ударной волны принята постоянной.

Граничные условия

Давление плазмы взрыва	10 GPa
Длительность импульса	2 μ s
Модуль Юнга	200 GPa
Модуль сдвига	80 GPa
Bulk modulus	200 GPa
Коэффициент Пуассона	0,29
Плотность	7870 kg/m ³
Скорость волны давления	5,77 km/s
Скорость ударной волны	5,37 km/s
Сдвиговая скорость	3,12 km/s
Шаг расчета	0,01 μ s
Полное время расчета	3 μ s
Уравнение импульса	$\rho \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = \nabla \cdot \mathbf{FS} + \mathbf{F}_V$
	$\mathbf{F} = \mathbf{I} + \nabla \mathbf{u}$,
Уравнение энтропии	$S = S_{ad} + \mathbf{C} : \epsilon_{el}$,
	$\epsilon_{el} = \epsilon - \epsilon_{inel}$
Общее уравнение энтропии	$S_{ad} = S_0 + S_{ext} + S_q$
Общее напряжение	$\epsilon_{inel} = \epsilon_0 + \epsilon_{th} + \epsilon_{hs} + \epsilon_{pl} + \epsilon_{cr}$
Общий тензор деформации	$\epsilon = \frac{1}{2} \nabla \mathbf{u}^T + \nabla \mathbf{u} + \nabla \mathbf{u}^T \nabla \mathbf{u}$

Для упрощения и экономии вычислительных ресурсов использовалось двумерное осесимметричное построение модели. Геометрические параметры расчетной модели соответствовали натуральным размерам образца.

Применительно к ударным волнам можно записать законы сохранения импульса и массы как

$$\frac{V_0}{V} = \frac{D}{(D-u)}, \quad (1)$$

$$p = \frac{D^2}{V_0} \left(1 - \frac{V}{V_0}\right), \quad (2)$$

где D – скорость ударной волны по невозмущенному веществу; u – массовая скорость вещества на фронте; V – удельный объем [8].

Энергетическое уравнение ударной адиабаты выглядит так:

$$\epsilon - \epsilon_0 = \frac{1}{2} p V_0 - V. \quad (3)$$

Подставляя данные уравнения в трехчленное уравнение состояния, получаем температуру во фронте ударной волны:

$$T = \frac{\frac{1}{2} p (V_0 - V)}{3 \rho_0 R M V_0} + T_0, \quad (4)$$

где ρ_0 – плотность материала; R – газовая постоянная; M – молярная масса; T – температура.

Проведенный расчет температуры и роста давления на фронте ударной волны, основанный на термопластической модели, показал расстояние, при котором формируется фронт ударной волны. Расчетные результаты совпадают с экспериментальными данными, что подтверждает правильность примененного метода расчета. Максимальное давление на фронте формируется на глубине 150-300 мкм (рис. 1).

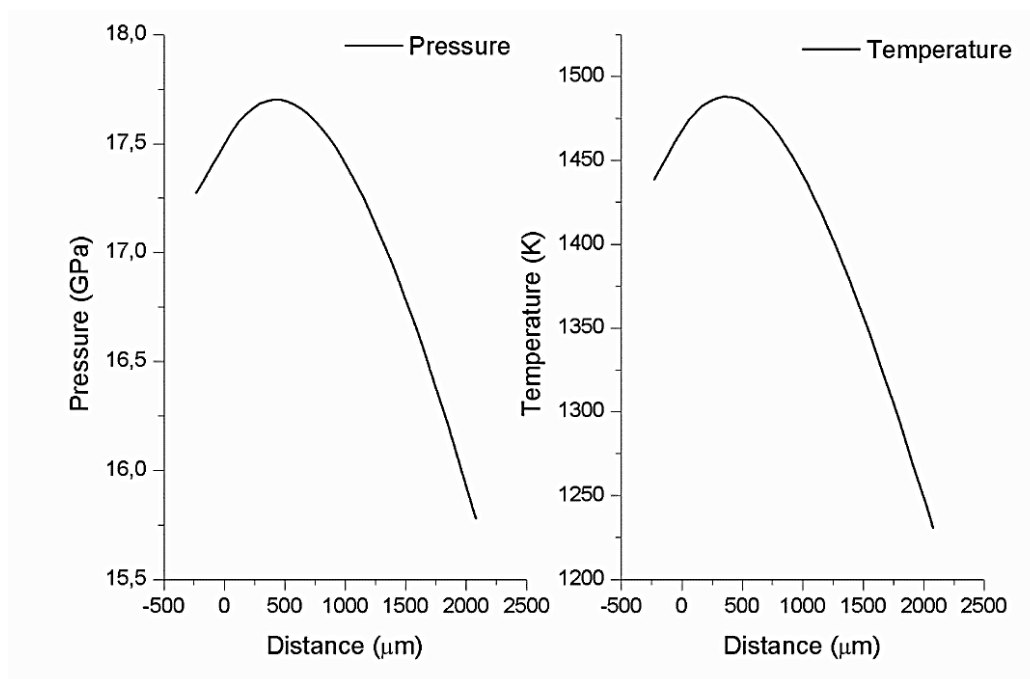


Рисунок 1 – Расчетное давление и температура на фронте ударной волны

Формирование фронта ударной волны является диссипативным процессом, имеющим сложную морфологию. На рис. 2 проиллюстрирован процесс формирования фронта ударной волны. Очертание кривой распределения давления (рис. 2.) по глубине образца имеет значительное сходство с распределением микротвердости (рис. 3). Ударная волна, интенсивность которой превышает предел упругости Гюгонио, расщепляется на две волны – упругий предвестник (рис. 4 и 5 - светлые области) и следующую за ним пластическую ударную волну (рис. 4 и 5 - темные области). Учитывая, что пластическая волна распространяется по возмущенной упругой волной среде, соотношения Ранкина-Гюгонио принимают вид:

$$\varepsilon - \varepsilon_g \approx \frac{u}{D}, P - P_g \approx \rho_0 D^2 (\varepsilon - \varepsilon_g), \quad (5)$$

где ε – деформация в пластической волне; ε_g – деформация за ударной волной, соответствующая динамическому пределу упругости Гюгонио; P – напряжения по нормали к фронту; P_g – динамический предел текучести [5]. Для идеальной упруго-пластической среды удельная потеря энергии e_p в результате пластической деформации, которая зависит от динамического предела текучести δ_T , превращается в формуле [9]:

$$e_p = 2\delta_T(\varepsilon - \varepsilon_g)/3\rho_0. \quad (6)$$

Оценка необратимой энергии ($\delta_T = 0,82$ GPa) при давлении 16 GPa составляет 6%. Так, при давлении 7 GPa приращение внутренней энергии равно 18 J/g.

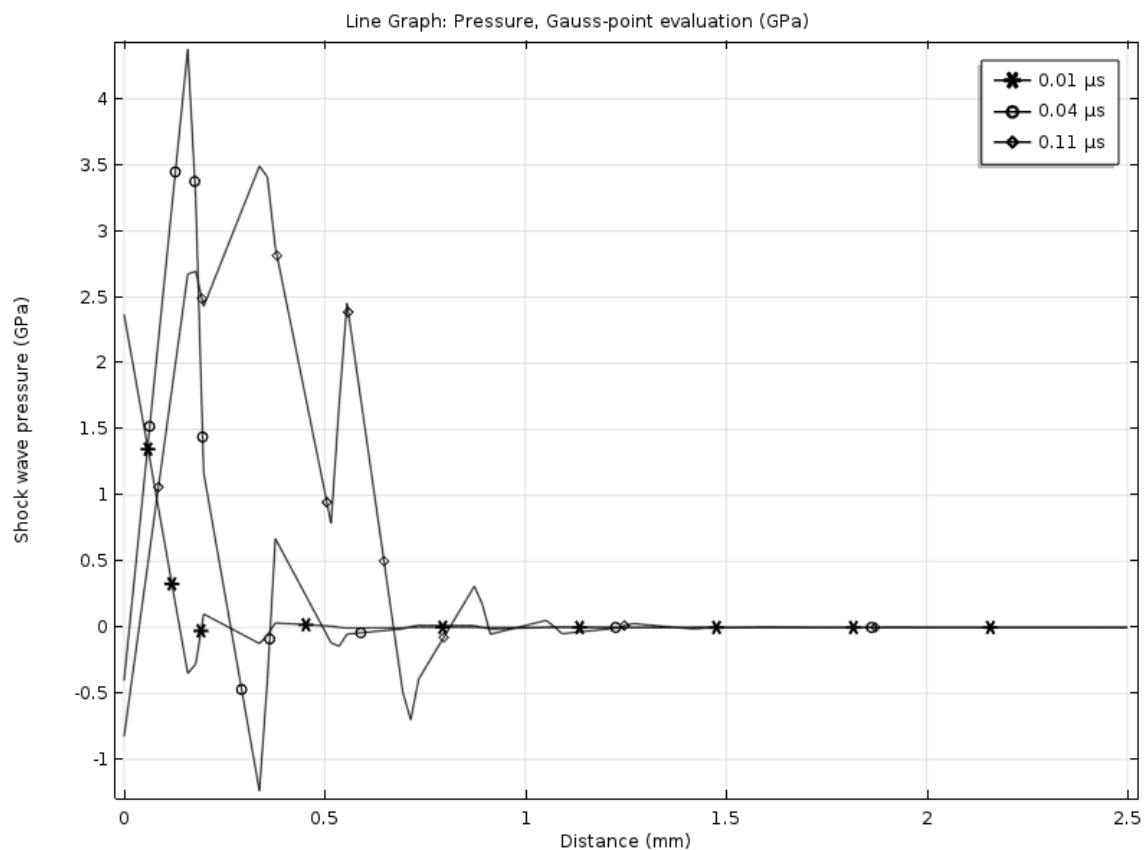


Рисунок 2 - Распределение давления по глубине образца на различные моменты времени

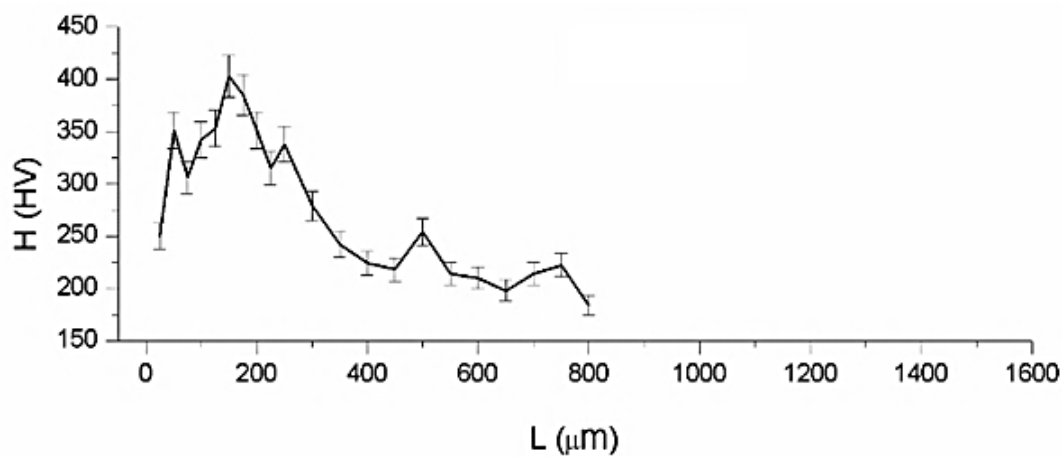


Рисунок 3 - Распределение микротвердости по глубине образца

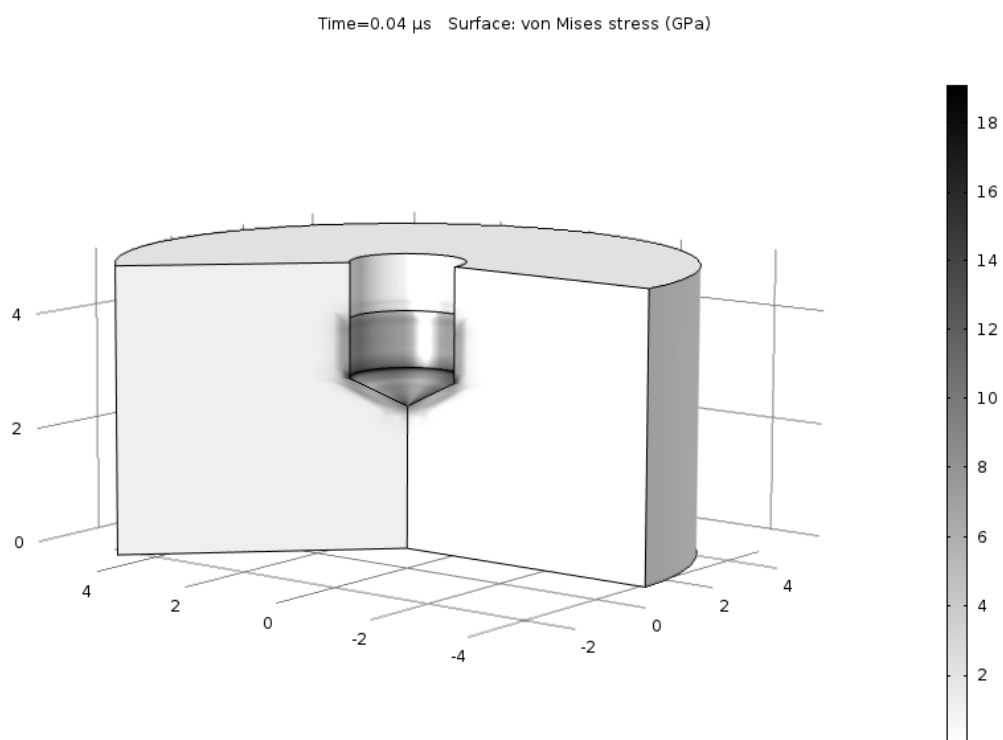


Рисунок 4 - Тензор напряжения в образце на момент формирования фронта ударной волны

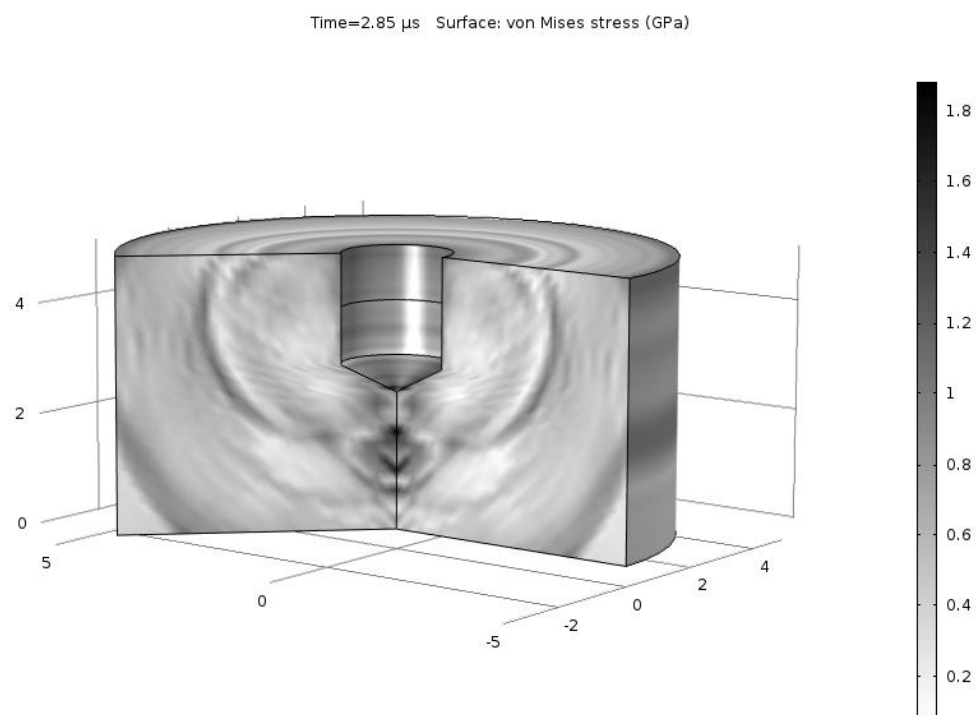


Рисунок 5 - Тензор напряжения в образце на момент прохождения ударной волны объема образца

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение. Моделирование формирования фронта ударной волны проведено с применением уравнений механики твердого тела, результат которых строго соответствует экспериментальным данным повышения микротвердости.

Максимальное значение давления на фронте ударной волны достигает более 17 GPa, что в свою очередь объясняет повышение микротвердости за счет формирования мартенситной фазы и делает возможным фазовое превращение железа $\alpha(\text{ОЦК}) \rightarrow \varepsilon(\text{ГПУ}) \rightarrow \alpha(\text{ОЦК})$.

Список литературы

1. Огородников В.А. Прочность некоторых марок стали и армо-железа при ударно-волновом сжатии и разгрузке в области давлений 2+200 ГПа / В.А. Огородников, Е.Ю. Боровкова, С.В. Ерунов // Физика горения и взрыва. – 2004. – Т. 40. - № 5. – С. 109-117.
2. Огородников В.А. О кинетике разрушения при отколе в широком диапазоне изменения амплитуды и длительности ударно-волновых нагрузок // Физика горения и взрыва. – 2002. – Т. 38. - № 4. – С. 119-123.
3. Dougherty L. M., Gray III G. T., Cerreta E. K., McCabe R. J., Field R. D., Bingert J. F. Rare Twin Linked to High-Pressure Phase Transition in Iron // Scripta Materialia. – 2009. V.60, N9: – P.772-775.
4. Wright T.W. The physics and mathematics of adiabatic shear bands. –Cambridge University Press, 2002.
5. Беликова А.Ф. Локализация деформации и связь ее с деформированным состоянием материала / А.Ф. Беликова, С.Н. Буравова, Ю.А. Гордополов // Журнал технической физики. – 2013. - Т. 83. - № 2. – С.153-155.
6. Isbell W.M. Shock Waves: Measuring the Dynamic Response of Materials. – London Imperial College Press, 2005.
7. Meyers M.A., Sarzeto C., Hsu C.Y. A technique for obtaining shock-wave parameters using wave superposition in low- carbon steel // Metallurgical transactions A – 1980. V. 11A, October. – P.1737-1745.
8. Зельдович Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Я.Б. Зельдович, Ю.П. Райзер. – М.: Наука, 1966.
9. Канель Г.И. Ударно-волновые явления в конденсированных средах / Г.И. Канель, С.В. Разоренов, Ф.И. Уткин и др. – М.: Янус-К, 1996.

Получено 15.11.2017

УДК 534.222.2

С.В. Плотников, А. Тұрлыбекұлы

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

В.И. Олешко

Томский политехнический университет, г. Томск

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛИ ПРИ ДЕТОНАЦИОННОМ НАГРУЖЕНИИ ВЗРЫВОМ

Проведено исследование процесса локализации деформаций в низкоуглеродистой стали при ударно-волновом нагружении взрывом. Определена глубина формирования ударной волны. Проведены исследования микротвердости, установлено, что контактное нагружение взрывом приводит к повышению микротвердости на глубине 120-200 мкм.

Жарылыстың соққы толқынымен әсерлесу нәтижесінде аз көміртекті болаттағы деформацияның оқшаулану процесіне зерттеу жүргізілген. Соққы толқынының қалыптасу тереңдігі анықталды. Микроқаттылықты зерттеу барысында бетпе-бет жарылыспен әсер ету 120-200 мкм тереңдікте микроқаттылықтың артуына әкелетіні анықталды.

The process of deformation localization in low-carbon steel under shock-wave loading by explosion is carried out. The depth of the shock wave front formation is determined. Microhardness studies have been carried out, it has been established that contact loading by explosion leads to an increase in microhardness at a depth of 120-200 μm .

Ключевые слова: ударная волна, формирование фронта ударной волны, высокоинтенсивное динамическое нагружение, высокоскоростная деформация, микротвердость низкоуглеродистой стали.

На сегодняшний день, несмотря на многочисленные исследования, природа явления локализации деформации в полосах адиабатического сдвига до конца не ясна. Новизна данной работы заключается в новом подходе постановки эксперимента с контактным применением малого количества взрывчатого вещества (~11 мг) при условии наблюдения откольных явлений и полос адиабатического сдвига в стали. Целью настоящей работы является определение природы локализации деформации в полосах адиабатического сдвига и, как следствие, откольного разрушения и исследование механических свойств поствзрывного состояния.

В задачах, связанных с созданием взрывостойких конструкций для хранения и транспортировки объектов, содержащих токсичные, радиоактивные и взрывчатые материалы, или проведения в них испытаний, особенно важно знать поведение прочности материалов этих конструкций, в частности сталей различных марок в широком диапазоне давлений, действующих на них ($p = 1 \div 13 \text{ GPa}$) при скоростях деформации ($\dot{\epsilon} = 10^3 \div 10^5 \text{ с}^{-1}$) [1, 2]. Большое количество экспериментальных наблюдений установило взаимосвязь между ударно-волновыми эффектами и постударными микроструктурными параметрами для каждого материала при определенных условиях и характеристиках ударной волны. Повышение плотности дислокаций, точечные дефекты, деформационное двойникование, ударноспровоцированные фазовые переходы или мартенситные превращения ведут к увеличению постударных механических свойств, таких как твердость, напряжение текучести [3]. Высокоскоростные деформационные процессы приводят к локализации деформации, так называемым полосам адиабатического сдвига. Данные структурные образования являются источниками разрушения в процессе эксплуатации изделия [4]. Энергия пластической деформации при высокоскоростном протекании процесса переходит в тепло, что является причиной термического разупрочнения и образования полос адиабатического сдвига [4]. Условием наблюдения полос адиабатического сдвига является разогрев материала до температур 500 – 800 °C согласно [5, 6].

Воздействие ударных волн давлением $>13 \text{ ГПа}$ в низкоуглеродистых сталях делают возможными наблюдения фазового превращения железа $\alpha(\text{ОЦК}) \rightarrow \epsilon(\text{ГПУ}) \rightarrow \alpha(\text{ОЦК})$. Одиочная ударная волна создает давление порядка 13 ГПа, однако в области суперпозиции ударной волны давление может возрасти, провоцируя переходы, остатки которых могут наблюдаться в микроструктуре образца [6, 7].

В работе [8] наблюдается повышение микротвердости в α -железе при облучении импульсным мощным ионным пучком. Показано влияние градиента давления и глубины формирования фронта ударной волны в облученном мощным ионным пучком $\alpha\text{-Fe}$ на образование и местоположение максимума плотности дислокаций и микротвердости в модифицированном слое.

В работе исследованы образцы из низкоуглеродистой стали Ст.3 с равномерной феррито-перлитной структурой. На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки.

Ударная волна выводилась на свободную или несвободную поверхности посредством установления либо удаления стальной болванки.

В цилиндрическом образце высотой 5 мм и диаметром \varnothing 10 мм высверлено отверстие \varnothing 2 мм и глубиной 3 мм, плоскость дна выполнена в виде конуса 120° , куда запрессовывалось взрывчатое вещество (ВВ) бицклоктаген навеской 11 мг $\pm 3\%$. Образцы стали были предварительно термически нормализованы при температуре 900°C 2 часа в вакууме при остаточном давлении 1 Па согласно [9]. Инициирование взрыва производилось сильноточным электронным пучком. Ударная волна генерировалась взрывом ВВ сильноточным электронным пучком в условии прямого контакта с поверхностью образца. Механизм инициирования бризантного ВВ сильноточным электронным пучком описан в работе [10]. После проведения экспериментов все образцы разрезались вдоль распространения ударной волны. Для выявления микроструктуры образца применялся 3% раствор азотной кислоты в спирте. Исследование микроструктуры проводилось на оптическом микроскопе Altami, измерение микротвердости - на установке Durascan 20 методом Виккерса при нагрузке 50 мГ.

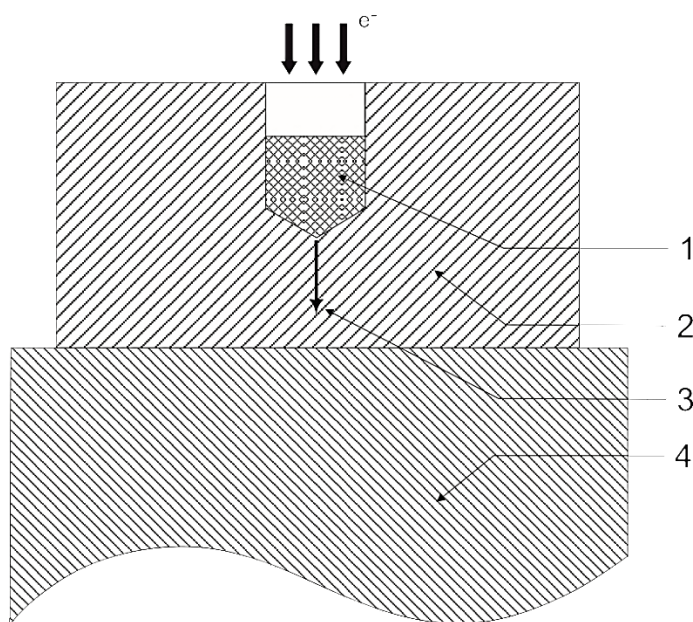


Рисунок 1 - Схема эксперимента: 1- заряд взрывчатого вещества; 2 - образец, выполненный в виде цилиндра; 3 - направление исследования микротвердости; 4 - болванка из Ст.3

Известно, что интерференция волн разгрузки приводит к откольному разрушению свободной поверхности. Исходя из этого, ориентация свободных поверхностей определяет расположения места разрушения.

Исследование исходной структуры Ст.3 после травления показало, что площадь, занимаемая ферритом, составляет от 77 до 89% общей площади образца. Измеренный средний размер зерна не превышал $40\text{ }\mu\text{m}$. Среднее значение микротвердости в исходных образцах составило $180 \pm 5\text{ HV}$.

Откольное разрушение наблюдается для образцов, где ударная волна выходила на свободную поверхность, тем самым происходила интерференция волн разгрузки. Откол происходил параллельно свободной поверхности на глубине $\sim 400\text{ }\mu\text{m}$.

Распределение микротвердости по глубине для различных образцов приведено на рис. 2. Во всех образцах наблюдается повышение микротвердости в два раза в области от 120 до 400 μm и на $\sim 25\%$ по всей глубине образца. Увеличение твердости в два раза связано с образованием мартенситной фазы, что подтверждается исследованиями микроструктуры. Выход ударной волны на свободную поверхность оказывает одинаковое воздействие на механические свойства образца. Глубина формирования фронта ударной волны, исходя из данных исследования микротвердости, не зависит от условий выхода ударной волны на свободную поверхность.

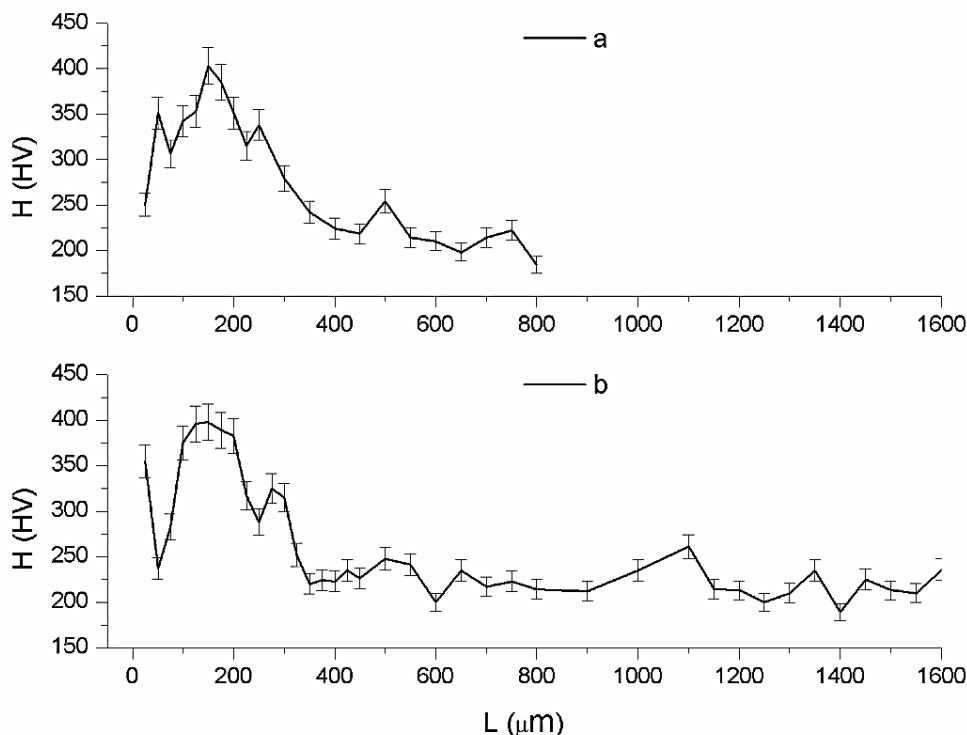


Рисунок 2 - Распределение микротвердости по глубине образца: а - образец с образованием откольного разрушения; б - образец без образования откольного разрушения

Рис. 3 иллюстрирует продольный разрез образца после нагружения взрывом. Энергия плазмы взрыва создает воронку сферической формы, деформируя дно. На дне кратера образуются трещины, направленные в глубину образца, а также интенсивные полосы адиабатического сдвига (рис. 3). Белые нетравящиеся области, находящиеся на расстоянии $\sim 120 \mu\text{m}$ от дна кратера, представляют собой мартенситные образования. Проявление мартенситных образований говорит о полиморфном превращении с повышением локальной концентрации углерода. Мартенситное превращение является причиной повышения микротвердости образца на расстоянии $\sim 120-150 \mu\text{m}$.

На рис. 4 показана область выхода трещины со дна кратера в откольную полость. Микроструктура четко отображает образования пластических течений вокруг дефекта с образованием полос адиабатического сдвига. Обращает на себя внимание тот факт, что полосы ориентированы перпендикулярно плоскости откола. Очагами разрушения и структурной неоднородности могут служить сильные локализованные течения [11].

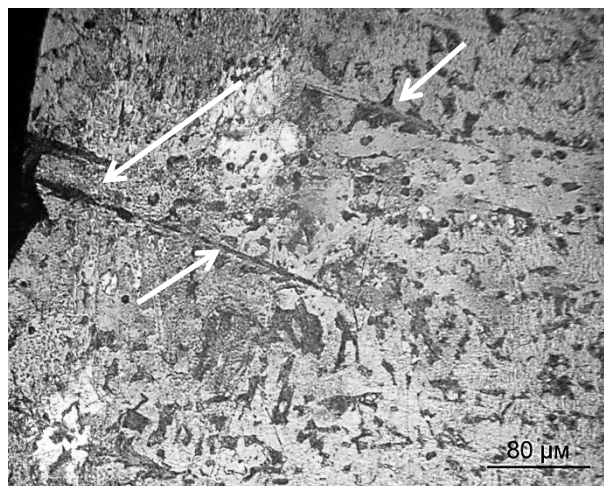


Рисунок 3 - Шлиф продольного разреза образца после динамического нагружения.
На снимке запечатлена область близлежащей нагружаемой поверхности

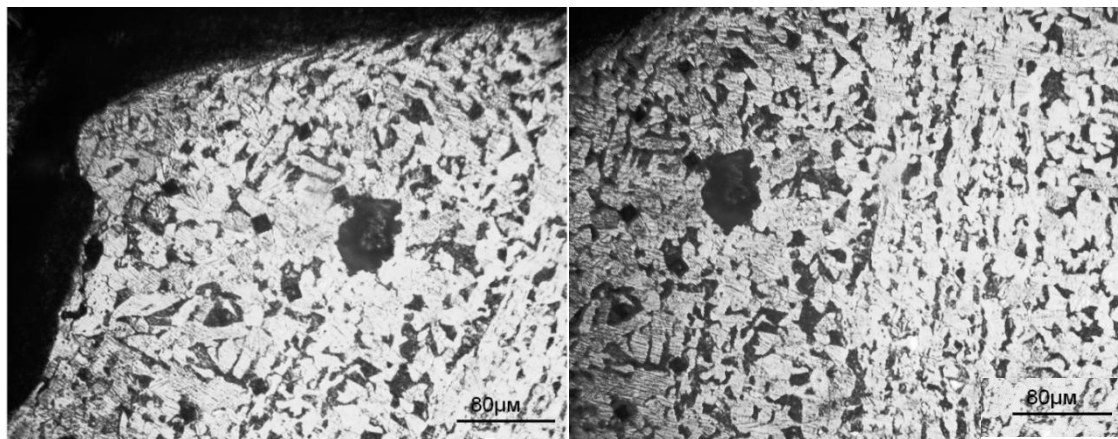


Рисунок 4 - Шлиф продольного разреза образца после динамического нагружения
у самого дна кратера

В заключение можно сказать следующее. Образование полос локализованной деформации при импульсном нагружении, с точки зрения волновой механики является результатом интерференции волн разгрузки. Причиной откольного разрушения являются волны разрежения на свободные поверхности. Таким образом, зарождение и рост трещин в образцах исследованных сплавов определяется условиями ударно-волнового нагружения: воздействием первичных и отраженных волн напряжения, свойствами материала образцов, их макро- и микроструктурой.

Моделирование формирования фронта ударной волны проведено с применением уравнений механики твердого тела, результат которых строго соответствует экспериментальным данным повышения микротвердости.

Причиной прироста твердости и других связанных механических свойств после воздействия высокоскоростной деформации ударной волной взрыва являются пространственные изменения характеристики микроструктуры. То есть образованиями мартенсита и адиабатических полос сдвига.

Список литературы

1. Огородников В.А. Прочность некоторых марок стали и армо-железа при ударно-волновом сжатии и разгрузке в области давлений 2×200 ГПа / В.А. Огородников, Е.Ю. Боровкова, С.В. Ерунов // Физика горения и взрыва. – 2004. - Т. 40. - № 5.
2. Огородников В.А. О кинетике разрушения при отколе в широком диапазоне изменения амплитуды и длительности ударно-волновых нагрузок // Физика горения и взрыва. – 2002. - Т. 38. - № 4.
3. L. M. Dougherty G. T. Gray III E. K. Cerreta R. J. McCabe R. D. Field J. F. Bingert Rare Twin Linked to High-Pressure Phase Transition in Iron, Scripta Materialia 60(9):772-775 · May 2009 with 10 Reads, DOI: 10.1016.
4. Wright T.W. The physics and mathematics of adiabatic shear bands. Cambridge University Press, 2202. 240 p.
5. Беликова А.Ф. Локализация деформации и связь ее с деформированным состоянием материала // А.Ф. Беликова, С.Н. Буравова, Ю.А. Гордолопов // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83. - Вып. 2.
6. W.M. Isbell Shock Waves: Measuring the Dynamic Response of Materials, London Imperial College Press 2005.
7. M.A. Meyers, C.Sarseto, C.Y. Hsu A Technique for Obtaining Shock-Wave. Parameters Using Wave Superposition in Low- Carbon Steel, Metallurgical transactions A, V. 11A, 1980.
8. Валяев А.Н. Влияние градиента давления ударной волны в α -железе, облученном мощным ионным пучком, на появление максимума микротвердости / А.Н. Валяев, А.Д. Погребняк, С.Н. Братушка и др. // Письма в ЖТФ. – 1998. - Т. 24. - № 20.
9. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. – М.: Металлургия, 1981.
10. Олешко В.И. Электрический пробой и взрывное разложение монокристаллов тетранитрата пентаэритрита при облучении электронным пучком // В.И. Олешко, В.М. Лисицын, А.С. Скрипин и др. // Письма в ЖТФ. – 2012. – Т. 38. - Вып. 9.
11. Хомская И.В. Фазовые и структурные превращения в сплавах на основе железа и меди при интенсивных ударно-волновых и деформационных воздействиях: Дисс. ... д-ра техн. наук. - Екатеринбург, 2014.

Получено 15.11.2017

УДК 620.17.05: 620.178

В.В. Роговский, М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, Д.М. Мырзабекова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АБРАЗИВНЫХ СВОЙСТВ
ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В статье представлена методика расчета параметров и конструкция испытательного стенда для исследований абразивных свойств фрикционных материалов. Освещены вопросы оценки износостойкости фрикционных узлов тормозных механизмов машин.

Мақалада үйкеліс материалдарының түрлілік қасиеттерін зерттеуге арналған сынау стендінің құрылымы мен параметрлерді есептеу әдістемесі ұсынылған. Машиналардың тежегіш механизмдерінің үйкеліс түйіндерінің төзімділігін бағалау мәселелері баяндалған.

The article presents the method of calculation of parameters and design of test bench for research of abrasive properties of friction materials. The questions assess the wear resistance of the friction brake assemblies of machinery.

Ключевые слова: испытания на износ, износостойкость, стенд, фрикционные материалы, тормозной механизм.

Недостаточно высокая износостойкость и повышенная абразивность материала фрикционной накладки в конструкции тормозных механизмов транспортных машин приводит к сокращению ресурса тормозного механизма и снижению безопасности машин. Предлагаемый на рынке ассортимент тормозных колодок не содержит информации об износостойкости и абразивности материала фрикционных накладок. Сравнительная оценка износостойкости и абразивности фрикционных накладок позволит выбрать из перечня аналогичных запасных частей оптимальный вариант, тем самым обеспечив долговечность тормозного механизма и безопасность автомобильной конструкции. Однако для выполнения сравнительной оценки свойств фрикционных материалов необходим испытательный стенд, отличающийся простотой конструкции и невысокой стоимостью. Разработка конструкции испытательного стенда позволит обеспечить проведение исследований триботехнических свойств фрикционных накладок тормозных механизмов, что характеризует тематику данной работы как актуальную и практически значимую.

Целью исследования является обоснование параметров и разработка конструкции испытательного стенда для исследования абразивных свойств фрикционных материалов применительно к фрикционным колодкам тормозных механизмов транспортных машин.

Для обоснования параметров конструкции испытательного стенда необходимо задать значение усилий, прикладываемых к рабочей поверхности фрикционной накладки. Это необходимо для создания моделирования условий режима работы фрикционной накладки на основе принципов теории подобия. Это позволит обеспечить достоверность испытаний фрикционных материалов при оценке их абразивных свойств.

Рассмотрим тормозной механизм транспортной машины с пневматическим приводом. В качестве исходных данных примем, что усилие, прикладываемое к фрикционной накладке, передается от штока тормозной камеры через разжимной кулак:

$$F_{\text{штока}} = P_{n/\text{кам}} \cdot S_{\text{диафраг}} = P_{\frac{n}{\text{кам}}} \cdot \frac{\pi d_{\text{диафр}}^2}{4}. \quad (1)$$

Тогда момент на кулаке составит

$$M_{\text{кул}} = F_{\text{шток}} \cdot h_{\text{рычаг}}. \quad (2)$$

При этом усилие на нажимном ролике с учетом радиуса кулака рассчитаем как

$$F_{\text{ролика}} = \frac{M_{\text{кул}}}{r_{\text{кул}}}. \quad (3)$$

Сила трения активной и пассивной колодок о тормозной барабан определим как

$$F_{\text{тр.актив}} = \frac{2F_{\text{рол}}\mu h_{\text{кол}}}{k_0 \cdot a - \mu \cdot r_{\text{б}}}, \quad (4)$$

$$F_{\text{тр.пассив}} = \frac{2F_{\text{рол}}\mu h_{\text{кол}}}{k_0 \cdot a + \mu \cdot r_{\text{б}}}, \quad (5)$$

$$\text{где } a = \frac{h_{\text{кол}}}{2}, \mu_{\text{торм}} = 2F_{\text{рол}} \cdot r_{\text{б}} \cdot \frac{\mu h_{\text{кол}}}{k_0 \cdot a - \mu r_{\text{б}}} + \frac{\mu h_{\text{кол}}}{k_0 \cdot a + \mu r_{\text{б}}}.$$

Среднее значение силы трения колодок о барабан позволит определить момент, развиваемый тормозным механизмом:

$$F_{\text{тр.ср}} = \frac{M_{\text{торм}}}{r_{\text{б}}}. \quad (6)$$

Для моделирования работы фрикционной накладки на испытательном стенде необходимо определить усилие прижатия фрикционного элемента к тормозному барабану:

$$N_{\text{актив}} = \frac{F_{\text{тр.актив}}}{\mu} = q_{\text{актив}} \cdot S_{\text{кол}}, \quad (7)$$

$$N_{\text{пассив}} = \frac{F_{\text{тр.пассив}}}{\mu} = q_{\text{пассив}} \cdot S_{\text{кол}}. \quad (8)$$

В формулах (7) и (8) использовано значение удельного усилия прижатия (давления) колодки к тормозному барабану:

$$q_{\text{актив}} = \frac{F_{\text{тр.актив}}}{\mu \cdot S_{\text{кол}}}, \quad (9)$$

$$q_{\text{пассив}} = \frac{F_{\text{тр.пассив}}}{\mu \cdot S_{\text{кол}}}, \quad (10)$$

где $S_{\text{кол}} = l_{\text{окр}} \cdot b_{\text{кол.накл}}$ – площадь поверхности трения колодки о барабан.

На основании кинематических параметров рассчитаем коэффициенты приведения тормозного механизма к модели тормозного барабана с колодками на испытательном стенде. Скорость скольжения накладки о барабан определим как

$$V_{\text{лин.стенд}} = V_{\text{лин.бар}} = V_{\text{авт.торм}} \cdot \frac{r_{\text{бар}}}{r_{\text{кач}}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{лин.бар}} = \omega_{\text{к}} \cdot r_{\text{бар}}$, $V_{\text{авт.торм.ср}} = \omega_{\text{к}} \cdot r_{\text{кач}}$.

Тогда скорость вращения стендового барабана определим как

$$n_{\text{стенд}} = \frac{30}{\pi} \cdot V_{\text{авт.торм}} \cdot \frac{r_{\text{б}}}{r_{\text{кач}} \cdot r_{\text{стенд}}}. \quad (12)$$

Произведем тяговый расчет для стенда. Определим тормозной момент, развиваемый фрагментом тормозной накладки на стенде:

$$M_{\text{торм}} = q_{\text{уд.торм}} \cdot S_{\text{накл}} \cdot r_{\text{стенд.бараб}}. \quad (14)$$

При этом момент тяги на шкиве привода стенда рассчитываем как

$$M_{\text{тяги}} = F_{\text{натяж}} \cdot \mu_{\text{трения}} \cdot r_{\text{шкива}}. \quad (15)$$

Техническое решение по конструкции испытательного стенда является изобретением [1] и относится к испытательной технике, а именно к испытаниям на износостойкость и абразивность фрикционных накладок тормозных механизмов.

На рис. 1 представлена схема испытательного стенда. Стенд для испытания образцов материалов фрикционных накладок на износостойкость и абразивность содержит электродвигатель 1, клиноременную передачу 2, редуктор 3, промежуточную муфту 4, тормозной барабан 5, узел нагрузки 6 для крепления образца испытываемой фрикционной накладки 7, ограничитель для крепления узла нагрузки 8, опорные ролики 9, датчик 10.

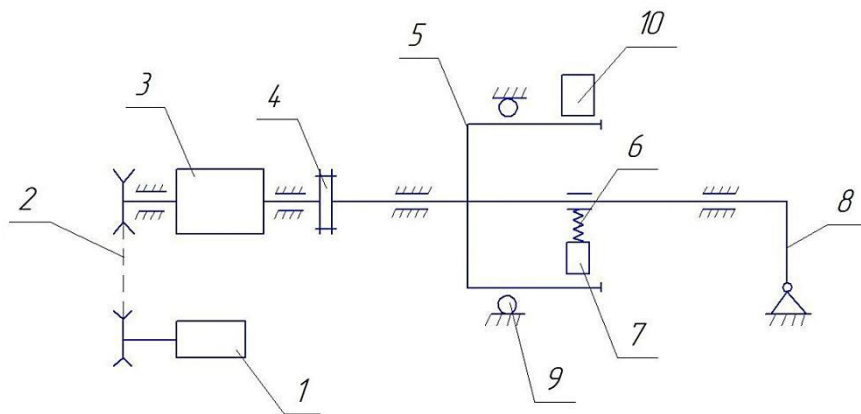


Рисунок 1 - Схема испытательного стенда

Принцип действия стенда заключается в том, что испытания образца фрикционных накладок тормозных колодок производятся при его трении о тормозной барабан, вращающийся со скоростью, соответствующей средней скорости движения транспортной машины при торможении. Разработанный испытательный стенд был изготовлен (рис. 2) и апробирован [2].

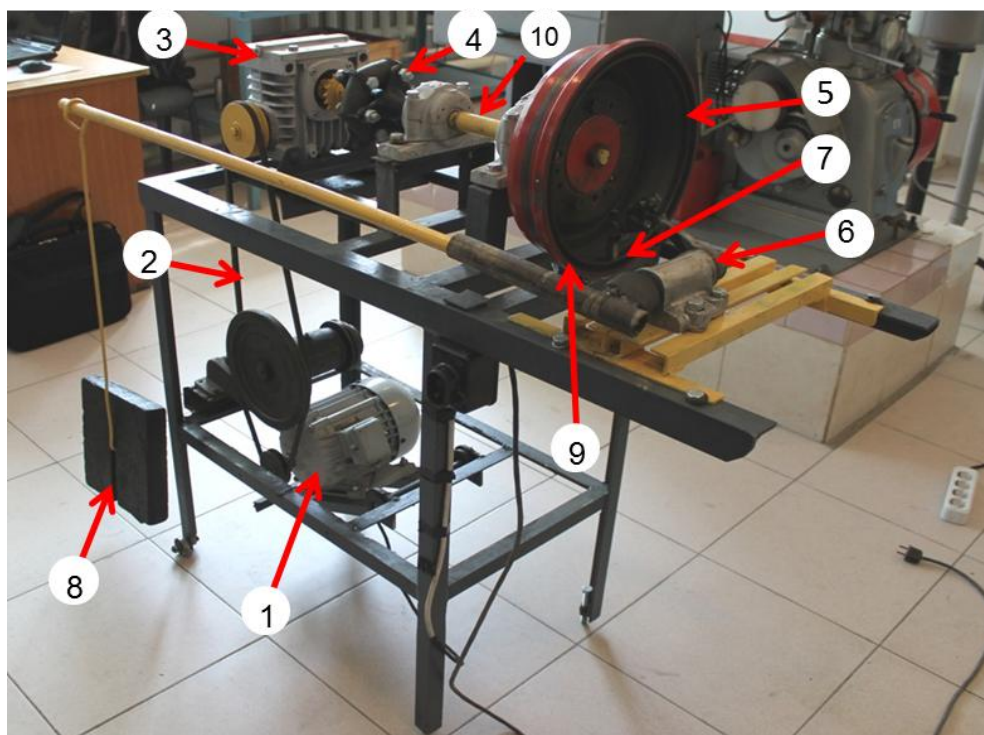


Рисунок 2 - Испытательный стенд (обозначения как на рис. 1)

Последовательность проведения испытаний на стенде включает три стадии. На первой стадии (до начала вращения барабана в контакте с образцом фрикционной накладки) измеряются размер образца фрикционной накладки и толщина стенки тормозного барабана в зоне контакта с образцом фрикционной накладки. Производится введение узла нагрузки по ограничителю во внутреннее пространство барабана и создание прижимного усилия на образец фрикционной накладки к рабочей поверхности тормозного барабана. На второй стадии (в период вращения барабана в контакте с образцом фрикционной накладки) осуществляется собственно испытание на износ. Испытание на износ проводится циклами, включающими количество оборотов тормозного барабана в контакте с образцом фрикционной накладки под нагрузкой. Фактическая продолжительность цикла испытаний фиксируется датчиком. После завершения цикла испытаний вращение барабана прекращается. На третьей стадии (после остановки барабана в контакте с образцом фрикционной накладки) снимается усилие прижатия на узле нагрузки, которое затем выводится по ограничителю из внутреннего пространства барабана. После этого повторно измеряются размер образца фрикционной накладки и толщина стенки тормозного барабана в зоне контакта с образцом фрикционной накладки. Разница в размерах до и после испытаний позволяет оценить износ образца фрикционной накладки и тормозного барабана.

Результатом исследований стала разработка испытательного стенда и его патентование в качестве изобретения, что позволило осуществить сравнительную оценку износостойкости и абразивности фрикционных накладок тормозных механизмов транспортных машин. Технический результат изобретения достигается тем, что на стенде для испытания образцов на износостойкость производится контрольный износ пары трения «фрикционная накладка - тормозной барабан» под нагрузкой, соответствующей удельной силе

прижатия тормозной колодки к тормозному барабану, с относительной скоростью перемещения, соответствующей скорости скольжения тормозной колодки по тормозному барабану в тормозном механизме машины при ее торможении.

Список литературы

1. Инновационный пат. 28734 Республика Казахстан, МПК G01N 3/08 (2006.01). Стенд для испытания образцов на износостойкость / В.В. Роговский, М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, В.В. Роговский, Д.М. Мырзабекова. - Заявитель и патентообладатель В.В. Роговский, М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, В.В. Роговский, Д.М. Мырзабекова. - № 2013/0029.1; Заявлено 14.01.2013; Опубл. 15.07.2014, Бюл. № 7. – 3 с.: ил.
2. M.S. Muzdybaev, A.S. Muzdybaeva, V.V. Rogovskij, D.M. Myrzabekova, A.B. Elemes, Wojciech Wielebe, Tadeusz Lesniewski. Preliminary experimental research of tribological properties of bus brakes friction linings // Tribologia, 4/2016 (268). 167-176 p. Warszawa (Poland), Publishing House of Polish Mechanical Engineers «Sim-press». ISSN 0208-7774.

Получено 15.11.2017

УДК 669.331

А.К. Серикбаева

Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова, г. Актау

ТЕРМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОЖЖЕННЫХ С СЕРОЙ ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД

В статье приведены результаты термического исследования полученных продуктов обжига окисленных медных руд в присутствии элементной серы при различных температурах. Установление вещественного состава изучаемых проб проводилось по морфологиям термических кривых и численных значений интенсивностей эндо – и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG-линий. Полученные данные могут использоваться при обогащении окисленных медных руд.

Мақалада тотықты мыс кендерін күкірт қатысында әртүрлі температурада күйдіргендегі өнімдердің термиялық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттелген сынамалардың заттық құрамын анықтау термиялық қисықтар морфологиясы мен эндо – және экзотермиялық эффектілердің сандық мәндерін және TG–сызығының термогравиметриялық көрсеткіштерін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Алынған мәліметтерді тотықты мыс кендерін байытуда пайдалануға болады.

The article presents the results of a thermal study of fired with elemental sulfur oxidized copper ores at different temperatures. The determination of the material composition of the studied samples was carried out according to the morphology of the thermal curves and the numerical values of the intensities of endo- and exothermic effects using the thermogravimetric indications of the TG lines. The data can be used in the enrichment of oxidized copper ores.

Ключевые слова: окисленная медная руда, сера, сульфидирование, термогравиметрические показания, дериватограмма.

Содержание окисленных и смешанных медных руд в общем объеме добываемого сырья составляет в среднем 20-25%. Наиболее перспективным направлением обогащения данного сырья является изменение поверхностных свойств минералов за счет предварительного сульфидирования [1-3]. В результате сульфидирования на поверхности окисленных минералов должен образоваться тонкий слой сульфидов, тем самым изменяя

поверхностные свойства минералов. В случае присутствия в руде халькопирита разделение сульфидов меди и железа также повышает селективное извлечение меди из сырья [4, 5]. Поэтому твердофазное сульфидирование элементной серой окисленных медных руд, где основная масса представлена труднообогатимыми окисленными минералами меди является перспективным. В связи с этим исследование системы окисленная медная руда + сера несомненно представляет интерес.

В статье изучены термические характеристики обожженных с серой окисленных медных руд при различных соотношениях элементной серы. Целью дифференциального термического и термогравиметрического исследования образцов явились контрольные определения состава термически активной части обожженной с серой руды и выявление их термического поведения в условиях динамического подъема температуры.

Установление вещественного состава изучаемых проб проводилось по морфологиям термических кривых и численных значений интенсивностей эндо- и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний ТГ-линий.

Результаты анализа сравнивались с данными приведенных в атласах термических кривых минералов и горных пород и сопоставлялись с описаниями термического поведения проб, изложенных в других справочных источниках и накопленных в банке данных лаборатории, проводившей эти исследования [6, 7].

Исходная медная руда представлена окисленными минералами меди в количестве 0,5% и в виде сульфидов 0,3%. Состав термически активных компонентов окисленной медной руды Бозшаколь по данным термического анализа следующий: монтмориллонит – 10,6%; гидрослюда – 7,8%; кальцит – 1,1%; доломит – 1,0; халькопирит – 8%; халькозин ~1%; термически инертные вещества ~70% (кремнезем) [8].

В качестве сульфидизатора бралась техническая сера – отход нефтепромышленности.

На рис. 1 представлена обожженная с серой окисленная медная руда в соотношении 1:0,2 при температуре 400 °С. Исследуемые пробы при динамическом нагревании печи оставили на своих дифференциальных и термогравиметрических кривых информацию о вещественном наполнении их навесок. Серия эндо- и экзотермических эффектов, выявленных при разложении комплекса медная руда + сера, дали возможность получить температурные и гравиметрические параметры формирования в образце летучих компонентов и позволили проследить за динамикой взаимообмена их с атмосферным кислородом.

При динамическом нагревании в диапазоне 20-1000 °С пробы оставили на термических кривых дериватограммы серию эндотермических проявлений, связанных с удалением из шихты газообразных соединений H_2O , OH , SO_2 и твердых тонкодисперсных частиц продуктов обжига (рис. 1).

На рис. 1 термогравиметрическая кривая (ТГ) препарированного медного рудного образования обозначила ряд ступеней потери веса (Δm_1 , Δm_2 , Δm_3 и Δm_4), вызванных обезвоживанием компонентов системы и десульфатизацией (Δm_4) рудной части образца. Низкотемпературная (20-200 °С) молекулярная вода, входящая в состав пробы, не принадлежит к структурам каких-либо минералов, а относится к механически связанной форме H_2O , которая локализована в поровых пространствах концентрата. Это обусловлено методикой препарирования данного образца, в частности содержанием его с концентратами серы в условиях высоких температур.

Второй этап потери веса регистрируется в пределах температур 200-685 °С. Он связан удалением гидроксильной воды и, по-видимому, связан с выбросом в атмосферу оставшейся части серы, не вступившей в реакцию с рудными компонентами образца. Около 400 °С наступает заметное разложение сульфида по схеме [9, 10]:

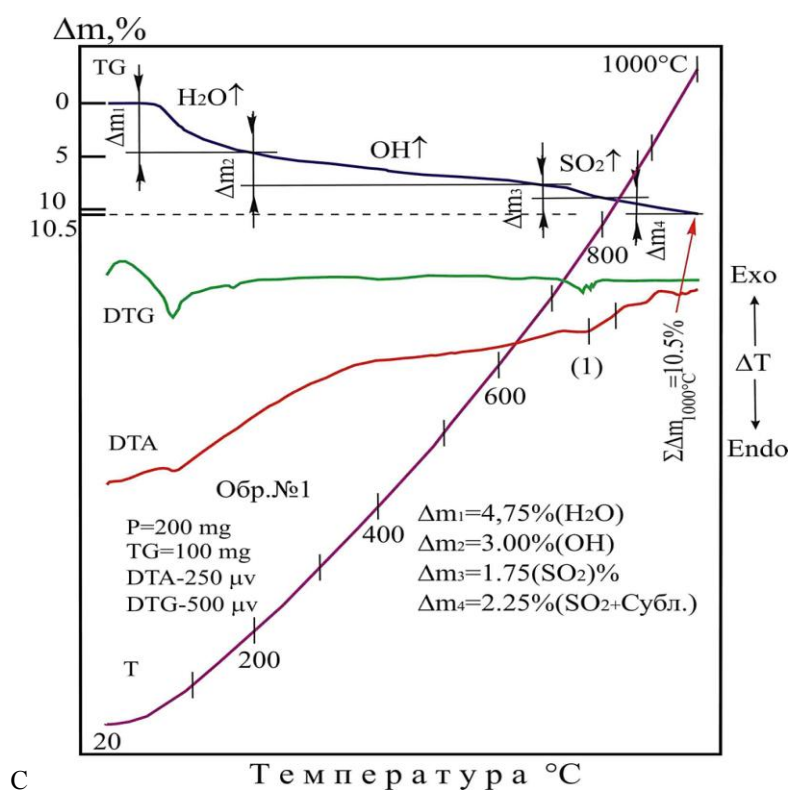
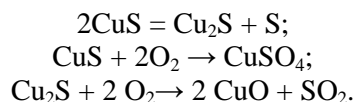
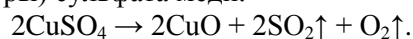


Рисунок 1 - Дериватограмма сульфидированной окисленной руды: эндотермическая реакция частичного разложения сульфата меди. Состав анализируемого продукта: термически инертные вещества (в том числе CuO); сульфат меди; гигроскопическая вода

Заключительная часть термической деструкции медистого образования протекает в две стадии – в интервалах 685-790 и 790-1000 °C. В первом из этих промежутков температур прослеживается главная фаза разложения сульфата меди, которая осуществляется с удалением из системы диоксида серы в количестве 1,75% (относительно массы образца).

Далее сульфат меди разлагается на окись меди и серный ангидрид. Иногда вместо серного ангидрида пишут $\text{SO}_2 + \text{O}_2$, но это не точно, так как разложение все-таки идет до серного ангидрида SO_3 , но он при $t > 450^\circ\text{C}$ начинает постепенно разлагаться на $\text{SO}_2 + \text{O}_2$ [11]. В справочнике Лидина показано, что сульфат меди разлагается при 650°C . В этом нет ничего удивительного: мы видим начало термического разложения (распада на части под воздействием температуры) сульфата меди:



При этом образуется оксид меди CuO чёрного цвета. Реакция протекает с выбросом в атмосферу тепла, оставившего на кривой DTA слабо выраженный эндотермический провал в области 770°C .

В последующих пределах температур вынос SO_2 проходит совместно с процессом сублимации невыгоревшей части образца, при котором система теряет еще 1,5% своей массы (табл. 1).

Таблица 1

Термогравиметрические показания в пределах 20-1000 °C

Последовательность потери веса	Потеря веса, %	Летучие компоненты нагретого образца	Интервал температур этапа разложения, °C
Δm_1	4,75	H_2O	50-200
Δm_2	3,0	$(\text{S})+\text{OH}$	200-685
Δm_3	1,75	SO_2	685-790
Δm_4	0,5	$\text{SO}_2+(\text{S})$ субли.	790-1000
$\Sigma \Delta m_{1000^\circ\text{C}}$	10,5	$\text{H}_2\text{O}+\text{OH}+\text{SO}_2$ + (S) +субли.	20-1000

Термическая характеристика обожженной с серой окисленной медной руды в соотношениях 1:0,2 при температуре 500 °C повторяет главные черты термического поведения образцов № 1 и № 3 (рис. 1, 3). Также характерно наличие в поровых пространствах атмосферной воды, количество которой составляет 1,13% от массы образца.

В нем также обнаружено мизерное содержание гидрооксидов (<0,5%).

При термическом разложении сульфатных соединений меди практически в тех же пределах температур 545-800 °C выносит в атмосферу SO_2 , (табл. 2).

Таблица 2

Термогравиметрические показания в пределах 20-1000 °C

Последовательность потери веса	Потеря веса, %	Летучие компоненты нагретого образца	Интервал температур этапа разложения, °C
Δm_1	1,13	H_2O	50-200
Δm_2	0,47	$\text{S}+\text{OH}$	200-545
Δm_3	2,65	SO_2	545-790
$\Sigma \Delta m_{1000^\circ\text{C}}$	4,25	$\text{H}_2\text{O}+\text{SO}_2+\text{OH}+\text{S}$	20-1000

Эту реакцию диссоциации особенно четко проявляет дифференциальная термогравиметрическая кривая, которая описывает в окрестностях 700 °C явно выраженный прогиб, отражающий изменение скорости выброса из системы диоксида серы (рис. 2).

На рис. 3 представлена обожженная с серой окисленная руда в соотношении 1:0,2 при температуре 600 °C. По отношению к предшествующей пробе в большинстве диапазонов температур образец показал низкую активность этапов термического разложения вмещающих рудных компонентов. Это определенным образом обусловлено высокой температурой препарирования пробы, при которой частично или полностью разрушаются водосодержащие структуры минеральных включений, входящих в состав исследуемого образца. Здесь молекулярная форма воды ($\Delta m_1=1,5\%$ масс.), фиксируемая термогравиметрической кривой (20-200 °C), относится к группе поровых вод и не может принадлежать к каким-либо другим минеральным образованиям (рис. 3). Последующий этап потери веса вызван выбросом из системы остальной части газообразного вещества - OH , SO_2 и, возможно, элемента S , затерявшегося в поровых пространствах спекшегося продукта препарирования (табл. 3).

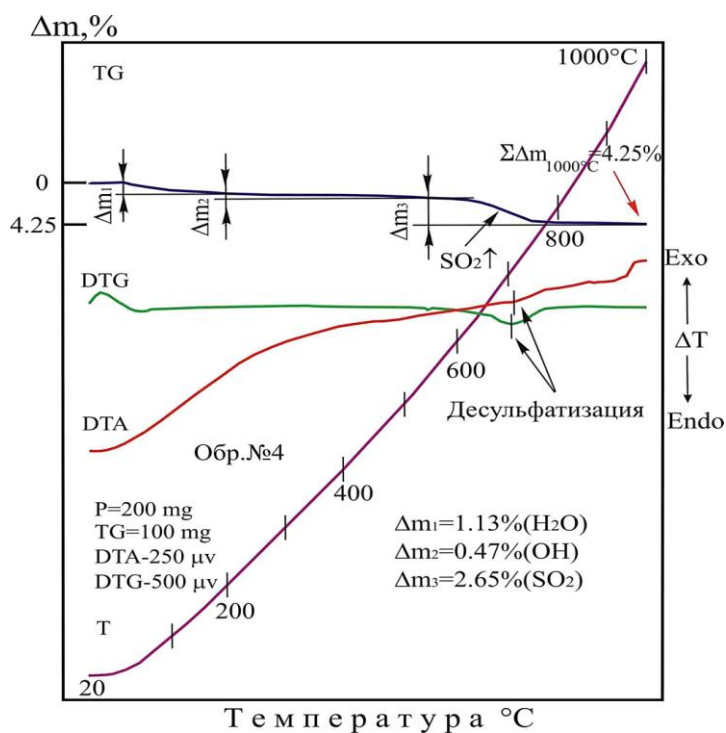


Рисунок 2 – Дериватограмма руды, обожженной при 500 °C.
Состав: термически инертные вещества; оксиды и сульфаты меди; гироскопическая вода

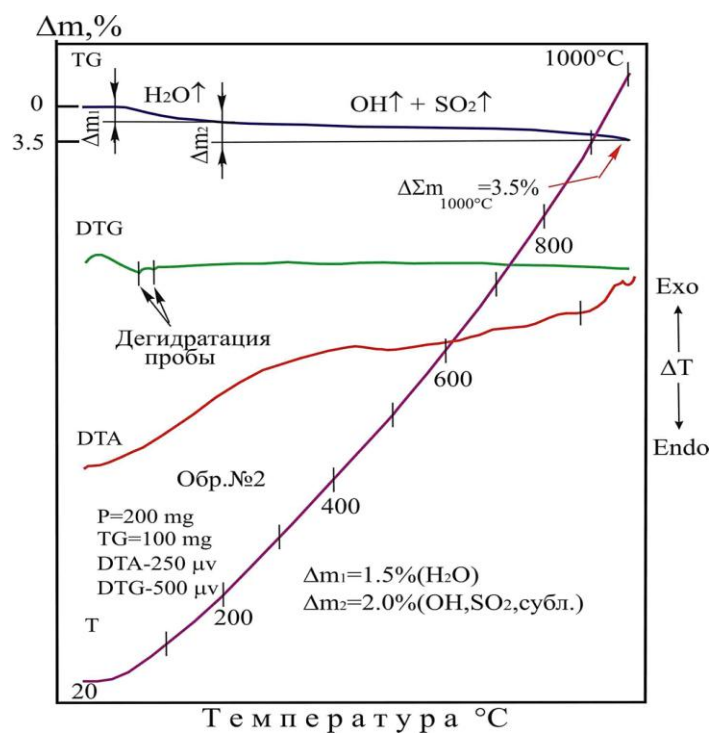


Рисунок 3 – Дериватограмма руды, обожженной при 600 °C. Состав: термически инертные вещества (в том числе CuO); сульфат меди (незначителен); гироскопическая вода

Таблица 3

Термогравиметрические показания в пределах 20-1000 °C

Последовательность потери веса	Потеря веса, %	Летучие компоненты нагретого образца	Интервал температур этапа разложения, °C
Δm_1	1,5	H ₂ O	50-200
Δm_2	2,0	S + SO ₂ + OH	200-1000
$\Sigma \Delta m_{1000^\circ\text{C}}$	3,5	H ₂ O + SO ₂ + S + OH	20-1000

В силу особенностей термических свойств медьсодержащих образований, а также в результате слабого наполнения породы рудным концентратом, ДТА-кривая исследуемой пробы не произвела явно выраженных термических эффектов, характеризующих вещественный состав и структурное состояние ее компонентов. Слабо выраженный экзотермический эффект в области 440 °C следует отнести к процессу формирования более высоких уровней окисления рудных образований. А две небольшие эндотермические впадины с экстремальными минимумами при 770 и 890 °C необходимо увязать с развитием разложения сульфата меди.

Единственный из всех представленных к анализу образцов, который наглядно продемонстрировал процесс окисления рудного продукта, обожженного с серой при 800 °C в соотношении 1:0,2, показан на рис. 4.

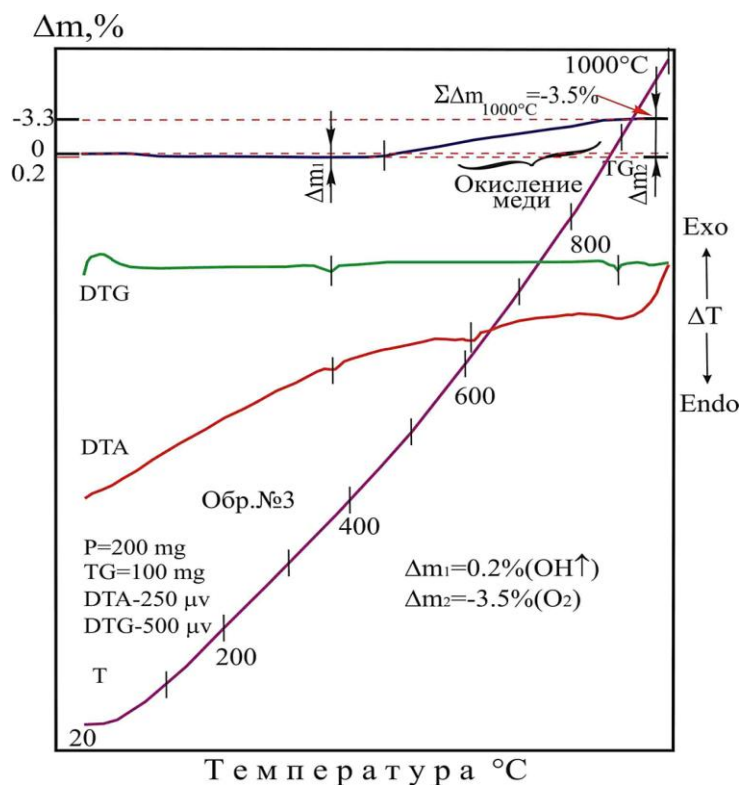


Рисунок 4 – Дериватограмма руды, обожженной при 800 °C.

Состав: термически инертные вещества (в том числе значительное количество CuO); сульфат меди (незначителен); гидроксильная вода (<0,2%)

Динамический нагрев образца привел к снижению его веса на 0,2% еще вначале диапазона температур – при 80 °С. Дальнейшее повышение температуры до 450 °С не изменило массу образца, но за пределами этой величины (вплоть до 1000 °С) термогравиметрическая кривая демонстрировала равномерный приток вещества, вызванный окислением рудного образования атмосферным кислородом. Отрезок TG-линии, заключенный в промежутке 450-1000 °С, весьма явно иллюстрирует поступательный характер термического окисления компонента исследуемого образца (рис. 4). Конечные данные изменения веса системы по всему изучаемому диапазону температур изложены в табл. 4, из которой видно, что основным продуктом разложения является сера и его оксиды.

Таблица 4

Термогравиметрические показания в пределах 20-1000 °С

Последовательность потери веса	Потеря веса, %	Летучие компоненты нагретого образца	Интервал температур этапа разложения, °С
Δm_1	0,2	S	100-450
Δm_2	-3,5	SO ₂ -O ₂	450-1000
$\Sigma \Delta m_{1000^\circ\text{C}}$	3,3	SO ₂ +S-O ₂	20-1000

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Термогравиметрические характеристики обожженных с серой окисленных медных руд в различных температурах соответствуют окислению и разложению сульфида меди. Это дает возможность предполагать, что продукт содержит в основном сульфид меди, и твердофазное сульфидообразование в системе окисленная медная руда сера протекает при температурах 400-600 °С.

Список литературы

1. Padilla R., Rodriguez M., Ruiz M.C. Sulfidation of Chalcopyrite with Elemental Sulfur// Metallurgical and materials transactions. – 2003. - Vol. 34. – P. 15-23.
2. Ertseva L.N., Dyachenko V.T., Tsemekhman L.Sh. Interaction of Pentlandite, Chalcopyrite, and Pyrrhotine with Elementary Sulfur: II. Sulfidizing of Chalcopyrite// Russian metallurgy (Metally). – 2009 - Vol. 5. - P.377-381.
3. Пат. RU № 2149709. Способ переработки окисленных медных руд / А.А. Баков; Г.И. Аржанников; Оpub.: 27.05.00.
4. Шерембаева Р.Т. Технология переработки окисленного медного сырья с использованием гидротермального сульфидирования серой и пиритом с целью повышение эффективности извлечения металлов. Автореф. дисс. ... канд. техн. н. – СПб, 1992.
5. Кетегенов Т.А. Механохимическое сульфидирование окисленных минералов меди // Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. – Сер. химии и технологии. – 2011. - № 4. - С. 63-66.
6. Иванова В.П. Термический анализ минералов и горных пород / В.П. Иванова, Б.К. Касатов, Т.Н. Красавина и др. - Л.: Недра, 1974. – 398 с.
7. Фекличев В.Г. Диагностические константы минералов: Справ.. - М.: Недра, 1989. – 478 с.
8. A.K. Serikbayeva, K. Zhumashev, N.Sh. Janaliyeva, F.A. Berdikulova. Physicochemical properties of mixed oxide copper ore of Kazakhstan // European journal of natural history № 6, 2015, с.43-46.
9. Некрасов Б.В. Основы общей химии. - М.: Химия, 1973. - Т. II. - С. 274-275.
10. Волков А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский. - Мн.: Современная школа, 2005. - С. 139.
11. Лидин Р.А. Реакции неорганических веществ: Справ. / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева. - М: Дрофа, 2007. - С. 151.

Получено 15.11.2017

УДК 669.331

А.К. Серикбаева, А. АдиловаКаспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова,
г. Актау**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОКИСЛЕННОЙ МЕДНОЙ РУДЫ
ПОСЛЕ СУЛЬФИДИРУЮЩЕГО ОБЖИГА С СЕРОЙ**

В статье представлены результаты экспериментальных исследований флотационной способности окисленной медной руды после сульфидирующего обжига с технической серой - побочным продуктом нефтепромышленности - в различных соотношениях и температуре. Выявлено, что предварительный обжиг с элементарной серой выше температуры 300 °С и расходе серы 5-10% позволяет увеличить извлечения меди на 10%.

Мақалада мұнай өндірісінің жанама өнімі - техникалық күкіртпен әртүрлі ара қатынастарда және температурада тотықты мыс кендерін сульфидті күйдіруден кейінгі флотациялық көрсеткіштерінің эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген. 300 °С температурадан жоғары және күкірттің 5-10% шығынында алдын ала күйдіру мысты бөліп алу дәрежесін 10%-ға арттыратыны анықталған.

The article presents the results of experimental studies of the flotation capacity of oxidized copper ore after sulphiding roasting with technical sulfur, a by-product of the oil industry in various ratios and temperatures. It was revealed that preliminary firing with elemental sulfur above the temperature of 300 °C and sulfur consumption of 5-10% allows to increase copper recovery by 10%.

Ключевые слова: окисленная медная руда, обогащение, сера, флотация.

При обогащении медных руд из верхних горизонтов, охваченных процессами окисления и вторичного обогащения, получают неудовлетворительные результаты. Из свободных окисленных соединений меди малахит и азурит могут быть извлечены флотацией после предварительной сульфидизации их поверхности или без сульфидизации, но при очень высоких расходах (до 1 кг/т) собирателя - ксантата или меркаптанов и других, содержащихся в полярной части. Хризоколла почти не извлекается флотацией, как и связанные соединения меди. По обогатимости окисленные руды, в зависимости от характера соединений меди в руде, делят на два типа: легкообогащаемые (относительно) и труднообогащаемые, или упорные [1].

Так как малахит и азурит легко растворяются в цианистом калии, а другие соединения, не флотируемые, не растворяются, то представление об обогатимости руды можно получить по результатам цианистой вытяжки из руды. Флотацией может быть извлечено столько меди, сколько ее перейдет в цианистую вытяжку при той же крупности измельчения.

Руды, в которых мало глины и порошковатых гидроокислов железа, размазанных по всей массе породы, обычно обогащаются относительно хорошо, и извлечение меди флотацией из них может составить 70-85%, в зависимости от содержания меди в руде. Из упорных руд извлечение флотацией в бедные концентраты составляет иногда 20-30%. Упорные окисленные руды обогащают более дорогими методами - комбинированными.

Известно, что в условиях флотации полисульфиды в водной среде выделяют элементарную серу, которая сорбируется на минеральной поверхности, создавая адсорбционное покрытие [2]. В работе [3] установлено, что при закреплении элементарной серы минеральная поверхность приобретает максимальную флотационную активность. Широко используемый в настоящее время во флотации для указанных целей сернистый натрий менее эффективен, чем полисульфид натрия, поскольку образование элементарной серы в случае применения сернистого натрия происходит только за счет его окисления. При ис-

пользовании полисульфидов одновременно с окислением ионов серы происходит отщепление элементарной серы. Эффективными методами снижения отрицательного влияния шламов на флотацию являются процессы флокуляции, которые могут применяться как самостоятельный процесс или в сочетании с предварительной сульфидизацией окисленной части минералов. В качестве возможного варианта решения вопроса в работе [4] провели низкотемпературную сульфидизацию полисульфидами натрия в сочетании с последующей обработкой аполярными углеводородами, широко используемыми в обогащении (керосин и машинное масло). Авторами работ [4] установлено, что добавление керосина в пульпу независимо от температуры агитации способствовало увеличению удельной поверхности, а при введении машинного масла наблюдалось ее уменьшение.

Флотация без сульфидизации возможна при применении высокомолекулярных ксантогенатов, дитиокарбаматов. Однако широкого применения этот метод не получил, так как он требует довольно больших расходов собирателя и является менее эффективным, чем флотация с предварительной сульфидизацией.

Для предварительной сульфидизации окисленных медных руд нами предлагается использовать элементарную серу - побочный продукт нефтепромышленности. Такой подход позволяет удешевить процесс извлечение основного металла.

В статье приводятся результаты исследования флотационной способности окисленной медной руды после сульфидирующего обжига с технической серой в различных соотношениях и температуре.

Окисленную медную руду, содержащую 5,1% меди (основная часть медных минералов представлена окисленными минералами на 98,76%), измельчают до содержания класса -0,074 мм. В тигель помещают 5-10 г технической серы, сверху укладывают 100 г измельченной руды. Шихту нагревают в печи при 200-300 °С в течение 30 минут. После охлаждения и флотируют в обычном реагентном режиме. Результаты экспериментов представлены в табл. 1, из которой видно, что флотация без сульфидизации окисленной руды требует применения дорогостоящего реагента - сульфида натрия. Кроме того, извлечение меди в концентрат при сульфидизации с элементарной серой на 8% выше. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о преимуществе предлагаемого способа [5]. При этом расход серы на сульфидизацию руды составляет 5-10% от массы руды, температура сульфидизации невысокая и составляет 200-400 °С. Повышение температуры до и выше 400 °С и расхода серы выше 10% незначительно влияет на показатели флотации.

Таблица 1

Влияние температуры обжига и расхода серы на обогащение окисленной медной руды

№ п/п	Температура обжига, °С	Расход серы, г	Продукт	Выход, %	Содержание меди, %	Извлечение, %
1	200	5	Медный концентрат	18,3	18	67,2
			Хвосты флотации	81,7	2,0	32,8
			Исходная руда	100	4,90	100
2	200	10	Медный концентрат	19,1	18,5	72,1
			Хвосты флотации	80,9	1,7	27,9
			Исходная руда	100	4,9	100

Окончание таблицы

3	300	5	Медный концентрат	19,4	21,3	84,32
			Хвосты флотации	82,6	0,93	15,68
			Исходная руда	100,0	4,90	100,0
4	300	10	Медный концентрат	19,6	21,7	86,8
			Хвосты флотации	80,4	0,8	13,2
			Исходная руда	100	4,9	100
5	400	5	Медный концентрат	19,8	21,4	86,5
			Хвосты флотации	80,2	0,8	13,5
			Исходная руда	100	4,9	100
6	400	10	Медный концентрат	20,1	21,4	87,8
			Хвосты флотации	79,9	0,7	12,2
			Исходная руда	100	4,9	100
7	Без сульфидизации	Расход сульфида натрия на агитацию 0,3г	Медный концентрат	21,0	18,3	78,4
			Хвосты флотации	79,0	1,3	21,6
			Исходная руда	100	4,9	100

На медной руде после обжига с серой для определения времени флотации реализован опыт по кинетике флотации. При постановке опыта расход ксантогената составил 250 г/т руды, расход вспенивателя Т-90 – 100 г/т руды. Результаты опыта представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты опытов по кинетике флотации

№ опыта	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание меди, %	Извлечение меди, %
8	Медный концентрат 3 мин	9,0	20,42	37,5
	Медный концентрат 6 мин	4,1	34,43	28,8
	Медный концентрат 9 мин	2,4	16,65	8,15
	Медный концентрат 12 мин	2,2	14,42	6,45
	Суммарный концентрат	17,7	22,41	80,9
	Хвосты флотации	82,3	1,14	19,1
	Исходная руда	100,0	4,90	100,0

В результате опыта получен концентрат с содержанием меди 22,41%, с извлечением 80,9%, при времени флотации 12 минут. Для выяснения возможности до извлечения медных минералов реализован опыт с увеличением времени флотации до 15 минут. Результаты опыта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты опытов с увеличением времени флотации

№ опыта	Наименование продуктов	Выход, %	Содержание меди, %	Извлечение меди, %
5	Медный концентрат	19,4	21,3	84,32
	Хвосты флотации	82,6	0,93	15,68
	Исходная руда	100,0	4,90	100,0

При увеличении времени флотации до 15 минут получен медный концентрат с содержанием меди 21,3% с извлечением меди в концентрат 84,32%.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. По результатам исследований флотационной способности окисленных медных руд выявлено, что предварительный обжиг с элементарной серой выше температуры 300 °С и расходе серы 5-10% позволяет увеличить извлечение меди на 10%. При этом получен медный концентрат с содержанием меди 21,3% с извлечением меди в концентрат 84,32%, тогда как без предварительной сульфидизации содержание меди в концентрате составляет 18,3% , извлечение 78,4%.

Список литературы

1. <http://metal-archive.ru/osnovy-metallurgii/1700-obogaschenie-mednyh-rud.html>.
2. Ertseva L. N., D'yachenko V. T., Tsemekhman L. Sh. Interaction of Pentlandite, Chalcopyrite, and Pyrrhotine with Elementary Sulfur: II. Sulfidizing of Chalcopyrite// Russian metallurgy (Metally). – 2009 - Vol. 5. - P.377-381.
3. Овсепян А.О. Исследование процесса сульфидизации окисленных минералов меди на стадии измельчения / А.О. Овсепян, М.Г. Мелконян, Д.Р. Тадевосян // Вестник ГИУА. – Сер. «Металлургия, материаловедение, недропользование». - 2013. - Вып. 16. - № 1. – С. 65-71.
4. Шерембаева Р.Т. Технология переработки окисленного медного сырья с использованием гидротермального сульфидирования серой и пиритом с целью повышение эффективности извлечения металлов: Автореф. дисс. ... канд. техн. н. – СПб, 1992.
5. Заявка на патент РК «Способ переработки окисленных медных руд» / А.К. Серикбаева. - № 2016/0972.1; Заявлено 21.10.2016.

Получено 15.11.2017

УДК 621.317.44, 53.089.6

**О.К. Туенбаев, Ж. Лязат, Н. Досжан, А. Мухамедгали,
Н. Узбеков, Б. Ханев**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

К.К. Толубаева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**ДЕТАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА
УПРАВЛЕНИЯ НАНОСПУТНИКА**

В данной статье представлены результаты создания национальной научной школы по разработке космической техники и технологий. Проектирование, сборка и запуск первого казахстанского наноспутника.

Антенная система УКВ-диапазона представляет собой сдвоенную многоэлементную направленную антенну в конфигурации X-Quad Yagi для метрового и дециметрового диапазонов длин волн. Для канала «вверх» предназначена антенна, работающая на частоте 144 – 146 МГц (VHF), для канала «вниз» предназначена антенна, работающая на частоте 430 – 440 МГц (UHF). Коэффициент усиления одной антенной системы составляет 10,5 дБ. Внешний вид антенной системы приведен на рис. 2.



Рисунок 2 - Антенная система УКВ-диапазона

Приемопередатчик УКВ-диапазона предназначен для приема/передачи данных в широком диапазоне УКВ-частот. Выходная мощность приемопередатчика составляет 50 Вт для 2-метровых волн и 35 Вт для волн длиной 70 см.

Внешний вид приемопередатчика УКВ-диапазона приведен на рис. 3.



Рисунок 3 - Приемопередатчик УКВ-диапазона ICOM-9100

Маломощный усилитель (МШУ) УКВ-диапазона предназначен для усиления принимаемых сигналов с эффективным подавлением шумов. Внешний вид МШУ УКВ-диапазона приведен на рис. 4.



Рисунок 4 - Маломощный усилитель антенной системы УКВ-диапазона

Технические характеристики маломощного усилителя антенной системы УКВ-диапазона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики МШУ УКВ-диапазона

Наименование	Значение
Частотный диапазон	144-146 МГц, 430-440 МГц
Усиление	20-24 дБ
Рабочее напряжение	12-14 В
Диаметр мачты	58 мм

Кабельная сеть УКВ-диапазона предназначена для электрического соединения аппаратуры системы УКВ-диапазона. Она обладает низким значением падения уровня сигнала, что позволяет располагать ее на значительном удалении от приемопередающей аппаратуры. Внешний вид кабельной сети УКВ-диапазона приведен на рис. 5.



Рисунок 5 - Кабельная сеть УКВ-диапазона

Технические характеристики кабельной сети УКВ-диапазона приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики кабельной сети УКВ-диапазона

Наименование	Значение
Диаметр	10,2 мм
Сопротивление	50
Ослабление 1 ГГц/100 м	14,0 дБ
Молниезащита	Diamond/SP

Антенная система S-диапазона представляет собой параболическую антенну сетчатой конструкции, работающую в диапазоне 2,2-2,3 ГГц и предназначенную для обеспечения приема целевых данных с борта университетского наноспутника. Антенная система S-диапазона выполнена из спаянной сетки из алюминия и нержавеющей стали. Коэффициент усиления составляет 34,5 дБ при диаметре 2,5 метра, масса - 10 кг. Внешний вид антенной системы S-диапазона приведен на рис. 6.



Рисунок 6 - Антенная система S-диапазона

Облучатель антенной системы S-диапазона предназначен для приема электромагнитных волн длиной 13 см, сконцентрированных полотно с последующим формированием электрических сигналов. Внешний вид облучателя антенной системы S-диапазона приведен на рис. 7.



Рисунок 7 - Облучатель антенной системы S-диапазона

Технические характеристики облучателя антенной системы S-диапазона приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики облучателя S-диапазона

Наименование	Значение
Диапазон частот	2,2-2,5 ГГц
Диапазон колебаний	+/-40 МГц
Макс. мощность	100 Вт
Масса	250 гр

Приемник S-диапазона предназначен для приема сигналов, их декодирования и демодулирования по S-каналу с бортового передатчика наноспутника. Внешний вид приемника S-диапазона приведен на рис. 8.



Рисунок 8 - Приемник S-диапазона HISPICO

Технические характеристики приемника S -диапазона приведены в табл. 4.

Таблица 4

Технические характеристики приемника S –диапазона

Наименование	Значение
Частотный диапазон	2,2-2,3 ГГц
Демодуляция	DQPSK / TURBO
Чувствительность	-100 dBm
Скорость	1,06 Мбит/с
Диапазон рабочих температур	от -5 °C до 45 °C

МШУ S-диапазона предназначен для усиления принимаемых сигналов с эффективным подавлением шумов. Внешний вид МШУ S -диапазона приведен на рис. 9.

Технические характеристики малошумящего усилителя антенной системы S-диапазона приведены в табл. 5.



Рисунок 9 - Малошумящий усилитель антенной системы S –диапазона

Таблица 5

Технические характеристики МШУ S –диапазона

Наименование	Значение
Частотный диапазон	2,3-2,4 ГГц
Усиление	до 24 дБ
Рабочее напряжение	13,8 В
Вносимые потери	< 0,7
Диаметр мачты	до 54 мм

Кабельная сеть S-диапазона предназначена для электрического соединения аппаратуры системы S-диапазона. Обладает низким значением падения уровня сигнала на низких частотах, но на высоких частотах, характерных для S-диапазона, падение уровня сигнала становится ощутимо уже при длине кабеля > 20 метров, что ограничивает расстояние между антенной системой S-диапазона и приемопередающей аппаратурой.

Выбор места установки наземной станции является одной из важнейших задач, так как наличие электромагнитно чистой обстановки для наземной станции играет решающую роль при проведении сеансов связи с наноспутником.

Исходя из вышеуказанного, проведены работы по измерению электромагнитной обстановки в различных местах:

- территория города Алматы;
- территория горной окрестности города Алматы;
- территория равнинной окрестности города Алматы.

В черте города Алматы измерения электромагнитной обстановки в УКВ- и S-диапазонах проведены на территории Института космической техники и технологий (г. Алматы, 900 м над уровнем моря, 43°15'17,84" с.ш. - 76°51'24,97" в.д.).

Результаты измерений электромагнитной обстановки приведены на рис. 10.

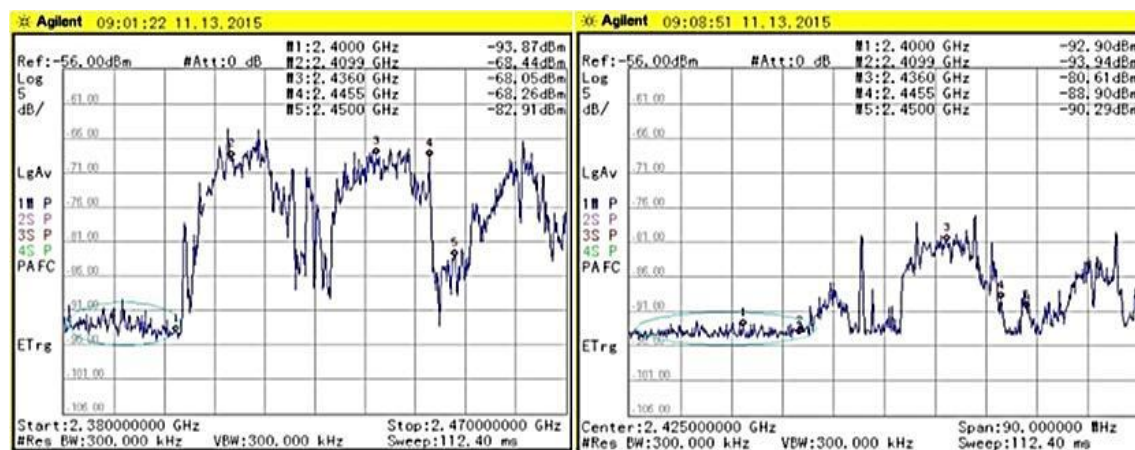


Рисунок 10 - Результаты измерений в УКВ- и S-диапазонах на территории города Алматы

По результатам измерений получены следующие выводы:

- нет свободных участков УКВ-диапазона на территории города Алматы, что неприемлемо для работы НКУ наноспутника;

- для S-канала в диапазоне частот от 2,38 до 2,48 ГГц имеются относительно свободные участки, имеющие приемлемые уровни шумов, где отсутствуют коммерческие операторы телевидения и др.; предположительно имеется свободное окно в диапазоне с частотами 2,38-2,407 ГГц;

- основные источники помех в УКВ- и S-диапазонах - сигналы служебных транковых УКВ-систем и сигналы телевизионной службы Алма TV в S-диапазоне с телевышки «Коктобе»;

- открытость горизонта на территории города Алматы неудовлетворительная. Часть направлений ограничена плотной застройкой в данном районе.

В горной окрестности города Алматы проведены измерения электромагнитной обстановки в УКВ- и S-диапазонах на территории радиополигона «Орбита» Института ионосферы (40 км от г. Алматы, Заилийский Алатау, 2 700 м над уровнем моря, 43°03'29" с.ш. – 76°58'24" в.д.).

Результаты измерений электромагнитной обстановки приведены на рис. 11.

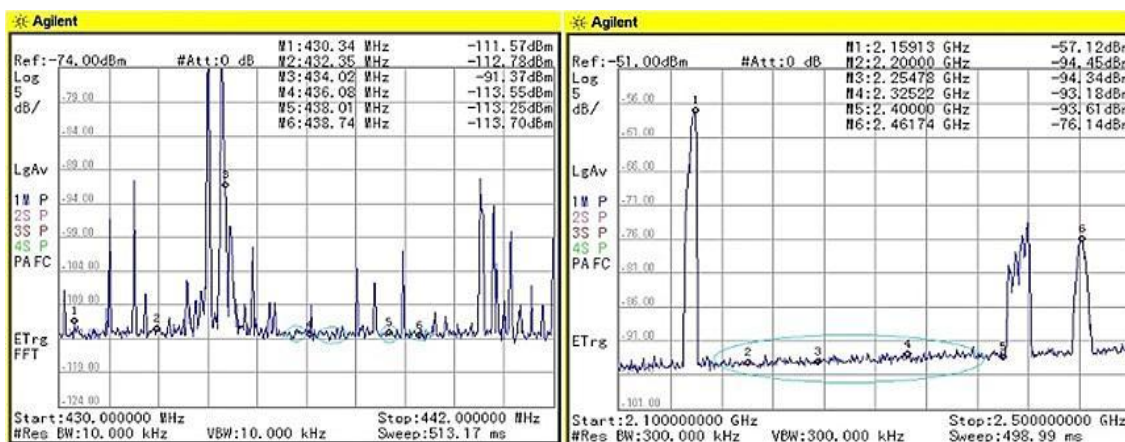


Рисунок 11 – Результаты измерений в УКВ- и S-диапазонах на территории горной окрестности города Алматы

По результатам измерений получены следующие выводы:

- выявлены свободные места в рабочем диапазоне частот в УКВ- и S-диапазоне; уровень помех небольшой, в данном месте наблюдается нестабильность и низкая скорость работы интернета;

- в УКВ- и S-диапазонах помехи практически отсутствуют;

- открытость горизонта на территории горной окрестности города Алматы приемлемая, угол места в северном направлении составляет 5-7°, в остальных направлениях ~10-15°.

В равнинной окрестности города Алматы проведены измерения электромагнитной обстановки в УКВ- и S-диапазонах на территории обсерватории Ассы-Тургень Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова (75 км от г. Алматы, плато Ассы-Тургень, 2750 м над уровнем моря, 43°13'28" с.ш. – 77°52'16,68" в.д.).

Результаты измерений электромагнитной обстановки приведены на рис. 12.

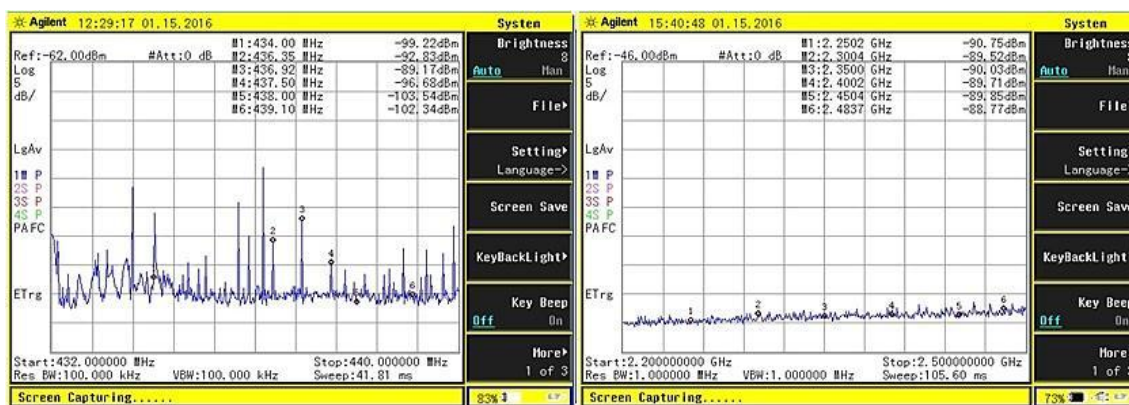


Рисунок 12 – Результаты измерений в УКВ- и S-диапазонах
в равнинной окрестности города Алматы

По результатам измерений получены следующие выводы:

- в равнинной окрестности города Алматы выявлены свободные места в рабочем диапазоне частот в УКВ- и S-диапазоне, уровень помех небольшой, в данном месте наблюдается неудовлетворительная скорость работы интернета;
- в УКВ- и S-диапазонах помехи практически отсутствуют;
- открытость горизонта в равнинной окрестности города Алматы приемлемая, угол места в северном направлении составляет $5-7^\circ$, в остальных направлениях открытость горизонта $\sim 10-15^\circ$.

Список литературы

1. Севастьянов Н.Н. Анализ современных возможностей создания малых космических аппаратов для дистанционного зондирования Земли / Н.Н. Севастьянов, В.Н. Бранец, В.А. Панченко и др. // Труды МФТИ. – 2009. – Т. 1. - № 3.
2. Attitude determination and control. / edited by James R. Wertz. - Kluwer academic publishers, Dordrecht/Boston/London 1990, ISBN - 90-277- 0959 - 9 - 882 p.
3. Гущин В.Н. Системы энергоснабжения // Основы устройства космических аппаратов: Учеб. для вузов. - М.: Машиностроение, 2003. - 272 с.
4. Белан Н.В. Бортовые энергосистемы космических аппаратов на основе солнечных и химических батарей: Учеб. пособие / Н.В. Белан, К.В. Безручко, В.Б. Елисеев и др. - Харьков. авиац. ин-т. - Ч. 1. - 191 с.
5. Mukund R.Patel. Spacecraft Power Systems. - CRC Pres, 2005, 691 p.
6. Гэтланд К. Космическая техника / К. Гэтланд, М. Шарп, Д. Скиннер и др. - М.: Мир, 1986. - 295 с.
7. ECSS-E-ST-10C Space engineering. System engineering general requirements.
8. J.R. Wertz & W.J. Larson (eds.) Spacecraft mission analysis and design, Kluwer Academic Publishers.
9. A.A. Sukhanov. Lectures on Astrodynamics// INPE-14656-PUD/183, INPE, Sao Jose dos Campos – SP, Brasil, 2007.
10. Gerald R. Hintz. Orbital Mechanics and Astrodynamics. Springer International Publishing, - 2015. P.59-126.

Получено 15.11.2017



УДК 631/635 (075.32)

С.С. Лутай, А.О. ПименоваВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**А.О. Лутай**

Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск

**РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙН-ПРОЕКТА
УЧЕБНОГО КОРПУСА № 2 ВКГТУ им. Д. СЕРИКБАЕВА
В СООТВЕТСТВИИ С ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ВОСПРИЯТИЕМ ЛЮДЕЙ**

В статье приведено влияние цветового решения ассортимента цветочных растений на психофизиологическое восприятие людей возле учебных заведений, находящихся в промышленной зоне. Была выбрана цветовая гамма, определены оптимальные сочетания цветов, подобран ассортимент однолетних и многолетних растений, разработан ландшафтный дизайн-проект.

Мақалада өндірістік аймақта орналасқан оқу орны маңындағы адамдардың психофизиологиялық қабылдауындағы гүлді өсімдіктер ассортиментінің түсті шешімінің әсері келтірілді. Түсті гамма таңдап алынды, гүлдердің үйлесімін оңтайлы анықтау, бір жылғы және көп жылғы өсімдіктердің ассортиментін іріктеу, ландшафтылық дизайн жобасы әзірленді.

The article shows the influence of the color solution of the assortment of floral plants on the psycho-physiological perception of people near educational institutions located in the industrial zone. The color range was chosen, the optimal color combinations were determined, the assortment of annual and perennial plants was selected, a landscape design project was developed.

Цвета не только делают наше существование ярче, но и определяют наше настроение, воздействуют на наши мысли и поступки. Различая цвета, мы лучше распознаем объекты окружающего мира, лучше справляемся с жизненно важными задачами.

Так как воздействие цвета на психику человека основано на его свойствах иллюзорно производить впечатление, целью исследования является подбор оптимальной цветовой гаммы растений, высаживаемых возле учебных заведений, для положительного влияния окружающей среды на психофизиологическое восприятие студентов и сотрудников. В связи с этим актуальным становится исследование в области психофизиологического восприятия людей цветовых решений, выявляющих специфику воздействия с помощью различных растений.

Психологическое воздействие цвета разнообразно. Различают прямое воздействие его, способное вызвать у нас ощущение тепла или холода, чувство печали или веселья и т. п., вторичное воздействие, связанное с субъективными или объективными ассоциациями, возникающими от воздействия цвета. Психофизиологическое воздействие на человека оказывает ряд факторов:

1) цветовой тон – качество цвета, в отношении которого этот цвет можно приравнять к одному из спектральных или пурпурных в соответствии с рис. 1;

2) насыщенность (интенсивность) – это степень выраженности определенного тона в соответствии с рис. 2;



Рисунок 1 - Цветовой тон



Рисунок 2 - Насыщенность

3) светлота – это степень отличия цвета от белого и черного в соответствии с рис. 3;

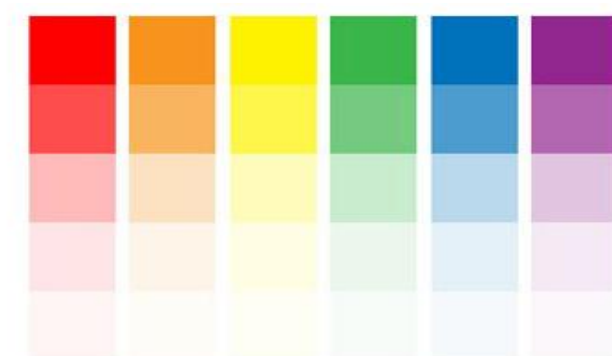


Рисунок 3 - Светлота

4) яркость – определяется нашей скоростью выделения одного цвета на фоне других в соответствии с рис. 4;



Рисунок 4 - Яркость

- 5) цветная адаптация;
- 6) освещенность;
- 7) цветовые контрасты и гармония.

Воздействие цвета на психику человека основано на его свойствах иллюзорно производить впечатление. Относительно физиологически нейтральными являются цвета середины спектра (зеленые, желто-зеленые) и светлые ахроматические (серые), занимающие промежуточное положение между группами холодных и теплых цветов. Более активно воздействуют на человека теплые цвета: красный, оранжевый, желтый и все родственные им цвета из цветовой гаммы. Они оказывают возбуждающее воздействие, увеличивают работоспособность, стимулируют умственную деятельность человека, улучшают его самочувствие, но снижают слуховую чувствительность, затрудняют перенесение высоких температур. Холодные цвета, включающие все производные синего, оказывают пассивное, успокаивающее воздействие, predispose к отдыху и раздумью. Темные насыщенные цвета ассоциируются с тяжестью, вызывают цветовое утомление, светлые – ощущение легкости, света, повышают работоспособность в соответствии с рис. 5.

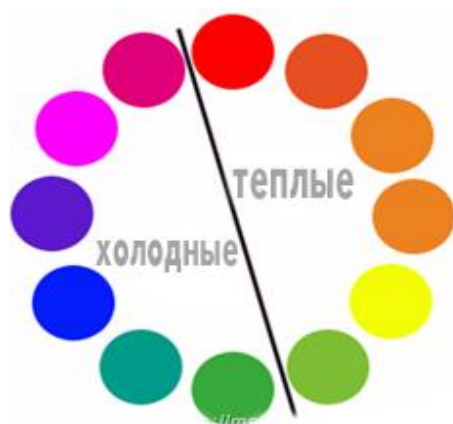


Рисунок 5 - Спектр теплых и холодных цветов

При психологическом воздействии цвета речь идет о чувствах, переживаниях, которые мы можем испытывать под влиянием того или иного цвета. Это влияние очень тесно связано с оптическими свойствами цвета.

Красный (оттенки: тициановый, кардинал) – возбуждающий, согревающий, активный, энергичный, проникающий, тепловой, активизирует все функции организма, показывает деятельный настрой. Способствует активности, уверенности, дружелюбию.

Оранжевый (оттенки: оранжево-розовый, лососевый) – тонизирующий, действует в том же направлении, что и красный, но слабее, ускоряет пульсацию крови, улучшает пищеварение. Высвобождает эмоции, поднимает самооценку, учит прощать. Отличный антидепрессант, способствует хорошему настроению.

Желтый (оттенки: песочный, светло-желтый) – тонизирующий, физиологически оптимальный, радостный, стимулирующий цвет. Он увеличивает концентрацию, организует, улучшает память, способствует справедливому и быстрому принятию решений. Желтый цвет помогает принимать новые идеи и точки зрения других людей.

Зеленый (оттенки: от темно-зеленого до светло-зеленого) – физиологически оптимальный, уменьшает кровяное давление и расширяет капилляры, успокаивает и облегчает

невралгии и мигрени, на продолжительное время повышает двигательную-мускульную работоспособность, олицетворяет свежесть и естественность.

Фиолетовый (оттенки: фиалковый, фиолетово-баклажанный, сливовый) – связан с артистизмом, великими идеями, интуицией, способствует вдохновению. Помогает при негативных психических состояниях.

Для исследования была выбрана территория возле учебного корпуса № 2 ВКГТУ им. Д. Серикбаева, так как данный корпус находится в центральной части г. Усть-Каменогорска и прилегающая к нему территория не имеет разработанного ландшафта. В качестве цветовой гаммы принимаем оттенки красного, оранжевого, желтого, зеленого, фиолетового и белый цвет.

Так как данный учебный корпус находится в промышленной зоне, предполагаемый состав цветочных растений будет выглядеть следующим образом:

– красного цвета: однолетние растения – бальзамин Уоллера, виола Витрокка, петуния гибридная крупноцветковая, лен; многолетние растения – гвоздика травянка, герань кроваво-красная, ирис, мак в соответствии с рис. 6;



Рисунок 6 - Виолла Витрока, ирис, гвоздика травянка

– оранжевого цвета: однолетние растения – настурция низкая, бархатцы, астра, космея, гацания, кларкия; многолетние растения – лилейник, бегония клубневая, альстремерия в соответствии с рис. 7;



Рисунок 7 - Астра, гацания, лилейник

– желтого цвета: однолетние растения – биденс, гацания, георгина, календула; многолетние растения – адонис, бузульник, вербейник, лютик в соответствии с рис. 8;



Рисунок 8 - Биденс, адонис, календула

– зеленого цвета: однолетние растения – амарант, брiza, щетинник; многолетние растения – аронник, листовик, лунник в соответствии с рис. 9;



Рисунок 9 - Амарант, листовик, аронник

– фиолетового цвета: однолетние растения – вербена, чина, скабиоза; многолетние растения – люпин, георгины, лаванда в соответствии с рис. 10.



Рисунок 10 - Вербена, георгин, лаванда

На рис. 11 представлена фасадная часть учебного корпуса № 2 с прилегающей территорией на сегодняшний день. Как видно, ландшафт составляют две небольшие клумбы и асфальтовая площадка.

На рис. 12 представлена фасадная часть и разбивка цветочных клумб на территории 2-го корпуса ВКГТУ им. Д. Серикбаева в соответствии с принятой цветовой гаммой таблицы сочетаемости цветов и подборкой необходимых растений.



Рисунок 11 - Фасадная часть учебного корпуса № 2 ВКГУ им. Д. Серикбаева с прилегающей территорией



Рисунок 12 - Фасадная часть и разбивка цветочных клумб на территории 2-го корпуса ВКГУ им. Д. Серикбаева

На рис. 13 представлена предлагаемая зона отдыха на территории 2-го корпуса ВКГУ им. Д. Серикбаева.

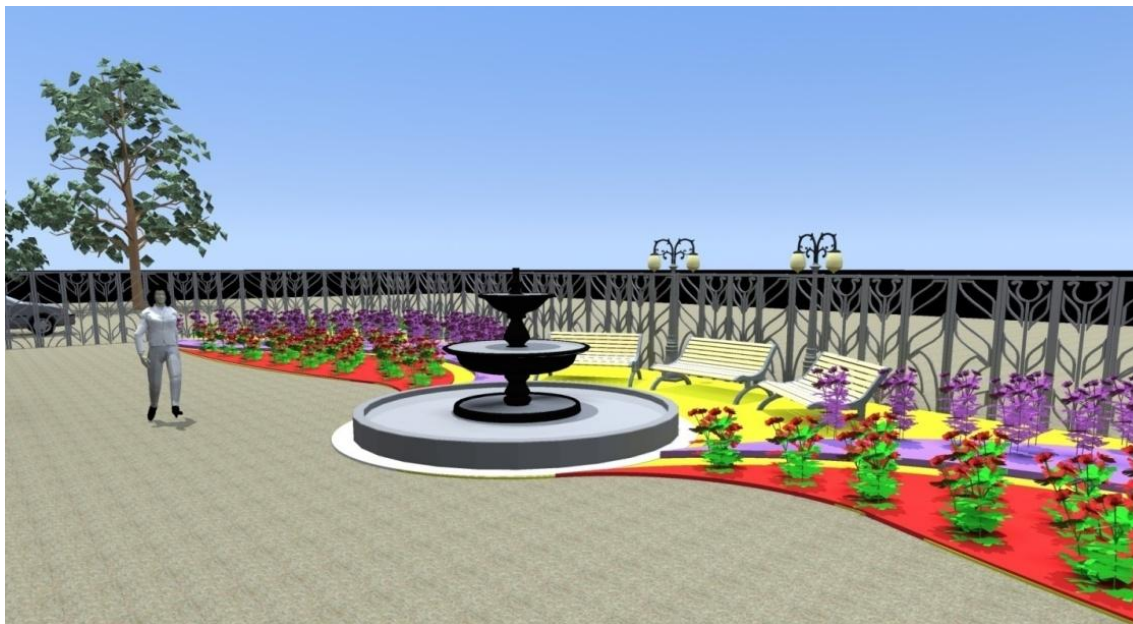


Рисунок 13 - Зона отдыха

На рис. 14 представлен главный вход в учебный корпус ВКГТУ им. Д. Серикбаева в результате дизайн-проекта.



Рисунок 14 - Крупный план главного входа в учебный корпус

Изучение соответствующей литературы показало, что каждый цвет имеет свою символику и свои психологические особенности. Рассмотрены различные опыты исследовате-

лей, которые показали, какие цветовые предпочтения характерны для людей в зависимости от пола и возраста человека.

Таким образом, в результате исследования определили влияние цветового решения ассортимента цветочных растений на психофизиологическое восприятие людей возле учебных заведений, находящихся в промышленной зоне.

Была выбрана цветовая гамма, состоящая из 5 цветов (красный, оранжевый, зеленый, фиолетовый, желтый) в соответствии с их оптическими свойствами и влиянием на настроение, чувства, эмоции и переживания людей. Территория, прилегающая к учебному корпусу № 2 ВКГТУ им. Д. Серикбаева, была разбита на функциональные зоны. Определены оптимальные сочетания цветов, подобран ассортимент однолетних и многолетних растений.

Список литературы

1. Абишева С.И. Цветоведение: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – Павлодар, 2009. – 116 с.; ил.
2. Базыма Б.А. О цветовом выборе как индикаторе эмоциональных состояний в процессе решения малых творческих задач / Б.А. Базыма, Н.А. Густяков // Вестник ХГУ. - Харьков, 1988. - № 320. - С. 22-25.
3. Зайцев А.С. Наука о цвете и живопись. - М.: Искусство, 1986. - 147 с.
4. Иоханнес Иттен. – Москва. - 2000, пер. с нем. Л. Монаховой.
5. Миронова Л.Н. Цветоведение. - Минск, 1984. - 286 с.
6. Румянцева А.Н. Экспериментальная проверка методики исследования индивидуального предпочтения цвета // Вестник МГУ. - М., 1986. – Сер. 14. «Психология». - № 1. - С. 67-69.
7. Пименова А.О. Влияние цветового решения ассортимента цветочных растений на психофизиологическое восприятие людей / А.О. Пименова, С.С. Лутай, А.О. Лутай // Материалы XIV Респуб. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых: ВКГТУ им. Д. Серикбаева. - Усть-Каменогорск, 2014. – Ч. 1. - С. 122-123.

Получено 15.11.2017

по страницам



ВЗРЫВ ОЖИДАЕТСЯ В 2022 ГОДУ

Если прав американский астроном Лоуренс Молнар, в 2022 году мы увидим редкое зрелище: в созвездии Лебеда вспыхнет звезда, по яркости равная Полярной. Там должны слиться две красные звезды, уже касающиеся друг друга, и произойдет взрыв. «Фейерверк» продлится около полугода. Предсказание сделано на основании уже имевшего место в 2008 году аналогичного случая в созвездии Скорпиона.

«Наука и жизнь» № 12, 2017



УДК 331.45

Ш.К. Абикенова, Г.Т. Айткенова, Д.Б. Муканова, Л.А. Грибенко

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан», г. Астана

УСТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВ И ОБЪЕМА ГАРАНТИЙ РАБОТНИКАМ, ЗАНЯТЫМ НА ТЯЖЕЛЫХ РАБОТАХ, РАБОТАХ С ВРЕДНЫМИ И ОПАСНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

В данной статье представлена методика установления видов и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска. Методика проводится на основе оценки профессионального риска каждого работника и представляет дифференцированный метод определения вида и объема гарантий. На основе данной методики проведен расчет объема гарантий работников предприятия, занимающегося производством кровельных материалов.

Бұл мақалада кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты зиянды және қауіпті жағдайлардағы, ауыр жұмыстарда жұмыс істейтін жұмыскерлерге кепілдіктер түрлерін және мөлшерін белгілеу әдістемесі ұсынылды. Әдістеме әрбір жұмыскердің кәсіби тәуекелдерін бағалау негізінде және кепілдіктер түрі мен мөлшерін анықтауды дифференциялау әдісін көрсетеді. Берілген әдістеме негізінде шатыр материалдарын өндірумен айналысатын кәсіпорынның кепілдік көлемі есептелінді.

This article presents a methodology for establishing the types and scope of guarantees for workers engaged in heavy work, work with harmful and dangerous working conditions, depending on the degree of occupational risk. The methodology is based on an assessment of the professional risk of each employee and represents a differentiated method for determining the type and scope of guarantees. On the basis of this methodology, the volume of guarantees of the workers of the enterprise engaged in the production of roofing materials was calculated.

Ключевые слова: работники, занятые на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, гарантии и компенсации работникам, дополнительный ежегодный оплачиваемый отпуск, повышенный размер оплаты труда, сокращенная продолжительность рабочего времени, оценка профессионального риска, степень профессионального риска, методика определения вида и объема гарантии.

Состояние условий труда является важнейшим социально-экономическим показателем, характеризующим уровень научно-технических достижений, и отношение государства к сохранению жизни и здоровья своих граждан.

В настоящее время в республике работникам, занятым на тяжелых работах, во вредных или опасных условиях труда согласно списку производств, цехов, профессий и должностей, перечню тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливаются такие виды гарантий, как повышенный размер оплаты труда, дополнительный ежегодный оплачиваемый отпуск продолжительностью не менее шести календарных дней, сокращенная продолжительность рабочего времени не более 36 часов в неделю и т.д. [1, 2]. Конкретная продолжительность сокращенного рабочего времени и дополнительного отпуска, повышенный размер оплаты труда устанавливаются как норматив в коллективном и трудовом договоре [2].

Вышеуказанные виды гарантий могут быть изменены на основе результатов аттестации производственных объектов по условиям труда (далее - аттестация), и с учетом фактического состояния условий труда на рабочих местах.

Действующий механизм установления гарантий по результатам аттестации не в полной мере соответствует современному переходу к управлению профессиональными рисками. В этой связи, с учетом отечественного и международного опыта, разработана и предлагается для внедрения методика установления видов и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска (далее – методика).

В настоящей методике виды и объем гарантий устанавливаются на основе результатов оценки профессиональных рисков (табл. 1).

Таблица 1

Определение объема гарантий на основе оценки профессионального риска

Виды гарантий	Степень профессионального риска (на основании процедуры оценки профессионального риска)				
	1 степень риска	2 степень риска	3 степень риска	4 степень риска	5 степень риска
Дополнительный отпуск, дни	-	6	12	18	36
Сокращенная продолжительность рабочего времени, часы	-	-	-	36	36
Повышенный размер оплаты труда, %	-	4%	8%	12%	16%

Оценка профессионального риска – многофункциональный процесс, в котором аттестация производственных объектов по условиям труда является одним из ее элементов. Оценка рабочего места по результатам аттестации производственных объектов зависит только от показателей условий труда, тогда как оценка профессионального риска зависит и от показателей условий труда, и от состояния здоровья работника. Соответственно, установление гарантий по результатам оценки профессионального риска является более обоснованным и правомерным.

По предложенной методике оценка уровня и опасности риска делятся на 5 степеней: 1 степень – допустимый риск, 2 степень – низкий, 3 степень – средний, 4 степень – высокий, 5 степень – очень высокий.

Работники, по результатам оценки профессионального риска относящиеся к 1-й степени риска, подвержены допустимому риску, в котором величина риска минимальна. Поэтому работнику, профессия которого и (или) профессиональная группа относится к 1-й степени риска (допустимый риск), вышеуказанные гарантии не устанавливаются.

Работнику, профессия которого и (или) профессиональная группа относится ко 2-й степени риска (низкий риск), устанавливаются дополнительный отпуск не менее 6 календарных дней и доплата к окладу не менее 4%.

Работнику, профессия которого и (или) профессиональная группа относится к 3-й степени риска (средний риск), устанавливаются дополнительный отпуск не менее 12 календарных дней и доплата к окладу не менее 8%.

Работнику, профессия которого и (или) профессиональная группа относится к 4-й степени (высокий риск), устанавливаются дополнительный отпуск не менее 18 календарных дней, сокращенная продолжительность рабочего времени не менее 36 часов и доплата к окладу не менее 12%.

Работнику, профессия которого и (или) профессиональная группа относится к 5-й степени риска (очень высокий риск), устанавливаются дополнительный отпуск не менее 36 календарных дней, сокращенная продолжительность рабочего времени не менее 36 часов и доплата к окладу не менее 16%.

Пример. На основе данной методики проведен расчет объема гарантий в одном из исследуемых предприятий. В качестве примера было выбрано предприятие, занимающееся производством кровельных материалов (далее – предприятие).

Фактическая численность работников на предприятии составляет 98 человек. На предприятии дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск предусмотрен 96 работникам, из них 86 работников получают 6 календарных дней дополнительного отпуска, 10 работников – 12 календарных дней дополнительного ежегодного трудового отпуска. Повышенный размер оплаты труда полагается 57 работникам, из них 34 работника получают надбавку к заработной плате в размере 4%, 22 работника – 8% и 1 работник в размере – 16%. Сокращенная продолжительность рабочего времени не предусмотрена.

В данном предприятии была проведена оценка профессиональных рисков с использованием следующих показателей:

- оценка степени риска производственной среды и трудового процесса в соответствии с гигиеническими требованиями;
- оценка риска утраты трудоспособности по причине заболевания;
- оценка риска утраты трудоспособности по причине травмы, в том числе оценка травмоопасности трудового процесса и оценка травмоопасности от производственного оборудования;
- оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

В соответствии с установленными рисками были определены объемы полагающихся гарантий. Установлено, что условия труда 64 работников соответствуют 1-й степени профессионального риска, что не требует каких-либо гарантий. Условия труда остальных 34 работников могут быть отнесены ко 2-й степени профессионального риска.

В соответствии с рекомендуемой методикой работникам предприятия полагается 6 календарных дней дополнительного отпуска, повышенный размер оплаты труда в размере 4% (доплата к заработной плате). Сокращенная продолжительность рабочего времени не полагается.

В табл. 2 приведен сравнительный анализ действующего и предложенного механизмов определения объема гарантий некоторых профессий.

Отсюда следует, что по предложенной методике гарантии устанавливаются только рабочему персоналу предприятия (газоэлектросварщики, энергетики, электрики, электромонтеры, операторы технологической линии, аппаратчики, машинисты и т.д.), а работникам, которые относятся к административно-управленческому персоналу предприятия, гарантии не устанавливаются.

Таким образом, применение дифференциации гарантий в зависимости от фактического состояния условий труда работников по предложенной методике позволяет работодателям сэкономить средства, выделенные на гарантии за вредные и (или) опасные условия труда (чем меньше степень профессионального риска по результатам оценки профессионального риска, тем меньше расходы на предоставление гарантий за условия труда).

Чтобы получить низкие значения по результатам оценки профессионального риска, работодатель будет минимизировать или устранять вредные и (или) опасные факторы на предприятии, создавать более безопасные условия труда, заменять опасные приборы и оборудование на более безопасные, мотивировать использование средств индивидуальной защиты, уменьшая при этом травмирование и профессиональные заболевания.

Таблица 2

Сравнительный анализ действующего и предложенного механизмов определения объема гарантий некоторых профессий предприятия

№ п/п	Профессия	Численность работников, занятых во ВУТ	Доп. оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск (ДОЕТО)		Повышенный размер оплаты труда (ПРОТ)		Сокр. продолжительность рабочего времени (СПРВ)	Степень риска	Расчет объема гарантий по методике		
			Кол-во чел.	Кол-во дней	Кол-во чел.	ПОК (пов. отрасл. коэф.)			ДОЕТО дни	ПРОТ %	СПРВ час
1	Технический директор	1	1	6	1			1	-	-	-
2	Начальник отдела сбыта и логистики	1	1	6	1	4%		1	-	-	-
3	Газоэлектросварщик	1	1	12	1	16%		2	6	4%	-
4	Машинист котельной, помощник машиниста	9	9	12	9	8%		2	6	4%	-
5	Аппаратчик	3	3	6	3	8%		2	6	4%	-
...	-	-
	Итого:	98	96		57		0		34	34	0

Применение подхода установления гарантий работникам за вредные и (или) опасные условия труда в зависимости от степени риска является дифференцированным и обоснованным.

Список литературы

1. Трудовой кодекс РК от 23.11.2015 г. № 414-V ЗПК. - URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414> (дата обращения 21.08.17).
2. Приказ Министра труда и социальной защиты населения РК от 28.12.15 года № 1053. - URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012731> (дата обращения 21.08.17).

Получено 15.11.2017

УДК 331.1

Ш.К. Абикенова, Д.Б. Муканова, Г.Т. Айткенова

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОБЗОР ПО ВОПРОСАМ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГАРАНТИЙ И КОМПЕНСАЦИЙ РАБОТНИКАМ, ЗАНЯТЫМ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

В данной статье был проанализирован казахстанский механизм, а также опыт некоторых стран СНГ по предоставлению гарантий и компенсаций работникам, занятым во вредных условиях труда (ВУТ). Так, гарантии и компенсации предоставляются во всех рассматриваемых странах, однако подход по предоставлению данных гарантий у каждой страны разный. В ходе анализа нормативных правовых актов были выявлены недостатки и преимущества действующего механизма по предоставлению гарантий и компенсаций работникам, занятым во ВУТ в РК.

Осы мақалада зиянды еңбек жағдайларында жұмыс істейтін қызметкерлерде кепілдік және өтемақы төлеудің қазақстандық механизмі, сондай-ақ кейбір ТМД елдерінің тәжірибесі талқыланды. Сонымен кепілдіктер мен өтемақылар барлық қарастырылып отырған елдерде беріледі, алайда кепілдік деректерін ұсыну бойынша әр елде әртүрлі. Талдау барысында ҚР – да зиянды еңбек жағдайларында жұмыс істейтін қызметкерлердің кепілдік және өтемақы тетігін ұсыну бойынша нормативтік құқықтық актілерінің кемшіліктері мен артықшылықтары анықталған.

This article has been analyzed Kazakhstan mechanism as well as the experience of some CIS countries by providing guarantees and compensations to employees working in hazardous conditions. So, guarantees and compensations are provided in all the countries under consideration, however, the approach for reporting guarantees are different for each country. The analysis of normative legal acts were identified the advantages and disadvantages of the current mechanism for granting guarantees and compensations for employees in Kazakhstan.

Ключевые слова: гарантии, компенсации, вредные условия труда, трудовой кодекс, аттестация, класс условий труда.

Обеспечение безопасных условий труда является актуальной проблемой и основополагающей целью, к которой стремятся государство и общество в целом. Разнообразие видов и условий трудовой деятельности постоянно создает элементы неравенства, многие из которых не всегда возможно компенсировать посредством только заработной платы. В законодательных актах подобные элементы обычно характеризуются как вредные и (или) опасные условия труда [1].

Так, согласно статье 1 Трудового кодекса Республики Казахстан (далее ТК РК) дано понятие вредным условиям труда. Вредные условия труда - это условия труда, которые характеризуются наличием вредных производственных факторов. Данные условия трудовой деятельности не только снижают привлекательность труда, но и ведут к ухудшению здоровья работника, повышенной опасности травматизма, получению увечья и даже возможности смертельного исхода [2].

В связи с этим возникает необходимость о возмещении вреда здоровью работника. Большинство работников, чья работа связана с выполнением различных функций на вредных производствах, имеют право на гарантии и компенсации за вредные условия труда. Другими словами, законодательство гарантирует трудовые льготы тем работникам, которые каждый день рискуют своей жизнью и здоровьем, а также больше остальных трудящихся подвержены профессиональным заболеваниям. В настоящее время в Республике Казахстан существуют следующие виды гарантий работникам, занятым во вредных условиях труда (рис. 1).

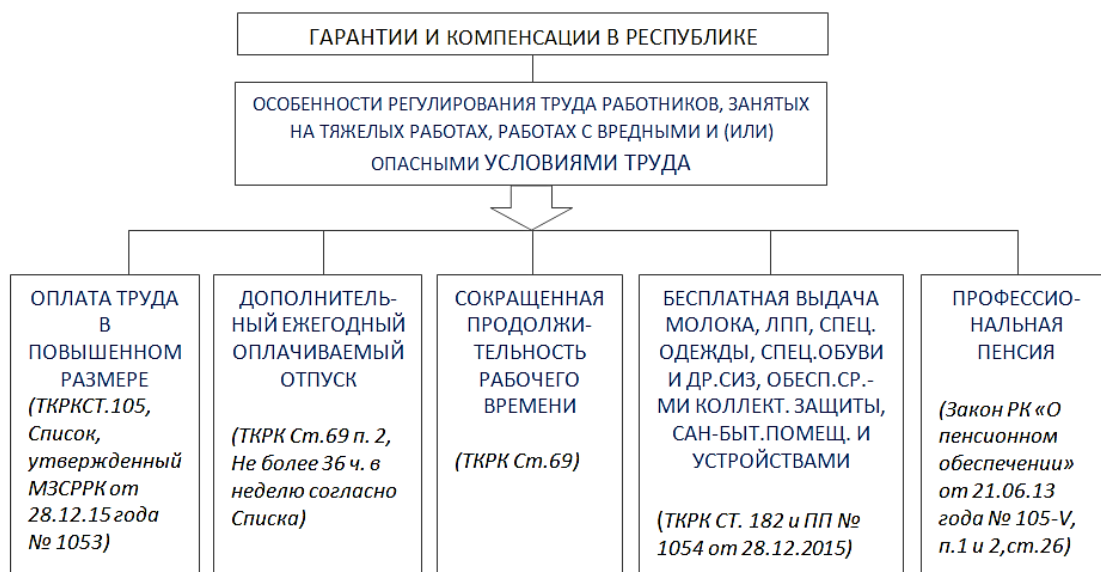


Рисунок 1 - Гарантии и компенсации, предназначенные работникам, занятым во вредных условиях труда

Остановимся подробнее на оплате труда в повышенном размере. В настоящее время законодательно в РК установлено, что за работу во вредных и тяжелых условиях организация должна начислять работнику доплату, размер которой определяется коллективным договором или актом работодателя с учетом отраслевых коэффициентов, классифицирующих условия труда по степени вредности и опасности, определяемых отраслевым соглашением, а также согласно «Списку производств, цехов, профессий и должностей, перечню тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда». Данный список утвержден приказом Министерства здравоохранения и социального развития РК от 28 декабря 2015 года № 1053. Повышенный размер оплаты труда, устанавливаемый списком, работодатель изменяет на основе результатов аттестации производственных объектов организаций, проводимой в соответствии с Правилами обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда.

Таким образом, перечислим преимущества и недостатки действующего механизма в РК гарантий и компенсаций в части предоставления дополнительного ежегодного оплачиваемого отпуска, сокращенной продолжительности рабочего времени и повышенного размера оплаты труда работникам, занятым во вредных и (или) опасных условиях труда.

ТК РК сохраняет основные гарантии в области оплаты труда:

- определение размеров минимальной заработной платы и обеспечение права на вознаграждение за труд не ниже минимального размера заработной платы;
- оплату труда в соответствии с квалификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы, а также условиями труда;
- установление гарантий за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, не устранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда.

В кодексе определены:

- приоритеты и принципы государственной политики оплаты труда;
- компетенции правительства РК, уполномоченного государственного органа по труду в области регулирования трудовых отношений;

- разграничены полномочия основных участников трудовых отношений в части оплаты труда, реализуемые в системе договорных отношений.

Так же, как и в ТК РК, статья «Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда» декларирует основные положения и определяет порядок оплаты труда в особых условиях производства.

Рассмотрим предоставление гарантии и компенсации в странах СНГ.

Российская Федерация.

В Российской Федерации для определения класса условий труда на рабочих местах проводится специальная оценка условий труда (далее - СОУТ). Если результаты СОУТ покажут, что работники выполняют свои трудовые обязанности во вредных и (или) опасных условиях, то работодатель в этом случае должен предоставить им соответствующий объем гарантии [3].

Следует отметить, что согласно п. 4.2 Руководства по оценке профессионального риска для здоровья работников (Р 2.2.1766-03), утвержденного 24.06.2003, вредные условия труда (3-й класс) по величине превышения гигиенических нормативов и изменений в организме работника разделены на четыре степени вредности. Вредные условия труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса разделены на две степени вредности - классы 3.1 и 3.2 (таблицы 17 и 18 Руководства).

По результатам СОУТ для определения степени вредности устанавливаются классы условий труда, всего существуют 4 класса условий труда. Это оптимальный (1 класс), допустимый (2 класс), вредный (3 класс) и опасный (4 класс). Безопасными условиями труда считаются условия, относящиеся к 1-му (оптимальному) или 2-му (допустимому) классу, поэтому доплаты работающим в таких условиях не положены (п. 4.5 Руководства).

Так, в соответствии со ст.146-147 Трудового кодекса РФ, работнику, занятому на работах с вредными и опасными условиями труда (класс 3 и 4), устанавливается повышенная оплата труда по сравнению с оплатой труда для работников, занятых в нормальных условиях [4].

Согласно ч. 2 ст. 147 Трудового кодекса РФ, минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4% тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.

В табл. 1 представлен объем гарантий работникам в зависимости от класса условий труда.

Как показал анализ для определения класса условий труда, в Российской Федерации применяется СОУТ, а в РК проводится аттестация рабочих мест (далее АРМ). Одним из основных отличий СОУТ от АРМ является введение такого этапа работы как «Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов». Идентификация подразумевает в себе сопоставление и установление совпадения имеющихся факторов на рабочих местах с факторами, предусмотренными классификатором вредных и опасных производственных факторов. Одной из сильных сторон СОУТ, в отличие от АРМ, можно также назвать взаимосвязь класса условий труда к выплате гарантии и компенсации, а именно к ежегодному дополнительному оплачиваемому отпуску и сокращенной продолжительности рабочего времени. В части, касающейся повышенного размера оплаты труда, необходимо также сделать привязку результатов СОУТ к классам условий труда.

Таблица 1

Рекомендуемый объем гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в зависимости от класса (подкласса) условий труда

Наименование гарантий и компенсаций	Безопасные условия труда (1 и 2 класс)	Вредные условия труда (3 класс)				Опасные условия труда (4 класс)
		3.1	3.2	3.3	3.4	
Повышенная оплата труда работника (% к тарифной ставке, окладу)	-	4%	6%	9%	12%	16%
Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (календарных дней)	-	-	7	9	11	14
Сокращенная продолжительность рабочего времени	-	-	-	не более 36 часов	не более 36 часов	не более 30 часов

Украина.

Статьей 7 закона Украины «Об охране труда» предусмотрено право на оплату труда в повышенном размере работникам, занятым на работах с тяжелыми и вредными условиями труда. Согласно статье 15 закона Украины «Об оплате труда», размеры повышенной оплаты устанавливаются предприятиями в коллективных договорах с соблюдением норм и гарантий, предусмотренных законодательством, генеральным и отраслевыми (региональными) соглашениями [5].

Предприятия и организации на основе отраслевых перечней и аттестации рабочих мест по условиям труда разрабатывают и по согласованию с профсоюзным комитетом утверждают (приказами по предприятиям, организациям) перечни рабочих мест, на которых устанавливаются доплаты за условия труда. Указанные перечни рабочих мест включаются в коллективные договоры. При улучшении условий труда доплаты уменьшаются или отменяются полностью.

При этом оценка фактического состояния условий труда производится на основе данных аттестации рабочих мест, проводимой в соответствии с «Порядком проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденным постановлением кабинета министров Украины от 01.08.92 г. № 442.

В табл. 2 представлены размеры доплат в зависимости от состояния условий труда.

Таблица 2

Доплаты в зависимости от состояния условий труда

Работа	Число фактических баллов	Размеры доплат к тарифной ставке (окладу), %
С тяжелыми и вредными условиями труда	До 2-х	4
	2,1-4	8
	4,1-6,0	12
С особо тяжелыми и особо вредными условиями труда	6,1-1,8	16
	8,1-10,0	20
	Более десяти	24

Доплата к окладу в зависимости от состояния условий труда является вполне приемлемой, так как аттестацию рабочих мест привязали к размерам доплат в зависимости от числа фактических баллов.

Республика Беларусь.

В соответствии со ст. 225 ТК Республики Беларусь (РБ) работник, занятый на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, имеет право на оплату труда в повышенном размере, бесплатное обеспечение лечебно-профилактическим питанием, молоком или равноценными пищевыми продуктами, на оплачиваемые перерывы по условиям труда, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, другие компенсации. Размеры (объемы) и порядок предоставления компенсаций по условиям труда устанавливаются правительством РБ [6].

Дополнительная оплата труда для работников на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в РБ производится в соответствии с Инструкцией о порядке применения единой тарифной сетки работников Республики Беларусь [7].

В зависимости от сложности технологии выполняемых работ, вида производств, отраслевой принадлежности устанавливаются коэффициенты повышения тарифных ставок (окладов) рабочих по технологическим видам работ, производствам, видам экономической деятельности и отраслям. Эта норма косвенно касается работ, связанных с воздействием вредных производственных факторов (например, дефектоскопия, дезактивация, добыча полезных ископаемых, минерального сырья для химической промышленности, производство удобрений, нефтепродуктов, резиновых и пластмассовых изделий и т.д.).

Согласно Методике проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденной постановлением Министерства труда РБ от 4 сентября 1995 г. № 74 (в редакции постановления МТСЗ РБ № 80 от 26.05.2000 г.), размеры доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда в зависимости от степени вредности и тяжести условий труда устанавливаются по соответствующей шкале (табл. 3).

Таблица 3

Размеры доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда согласно методике в зависимости от вредных и тяжелых условий труда

Количественная оценка условий труда в баллах	Доплаты в процентах тарифной ставки 1-го разряда за каждый час работы во вредных и тяжелых условиях труда
до 2	0,10
от 2 до 4	0,14
от 4,1 до 6	0,20
от 6,1 до 8	0,25
свыше 8	0,31

Как показывает анализ по предоставлению гарантий, в России и Беларуси предоставление гарантий и компенсаций осуществляется на основании результатов специальной оценки условий труда (РФ) и аттестации рабочих мест (Украина), в зависимости от установленного класса вредности или опасности условий труда, тогда как в Республике Казахстан на основании «Списка производств, работ, профессий работников и должностей, перечня тяжелых работ, работ с вредными (особо вредными) и (или) опасными условиями труда». То есть, в Республике Казахстан компенсации и льготы предоставляются работникам за работу во вредных условиях труда без учета фактических условий, при которых трудится работник.

Список литературы

1. Мирумян Л.А. Правовое регулирование труда работников химической промышленности: канд. дисс. – Москва, 2011. – 171 с.
2. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 15 мая 2007 года № 251-III ЗРК // ИС ПАРАГРАФ. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>.
3. Рейхерт Е.С. Проблемы предоставления гарантий и компенсаций за работу с вредными условиями труда в переходный период // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. – 2016. – Вып. № 4. – Т. 16.
4. Трудовой кодекс РФ от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ: с изм. и доп. по состоянию на 03.07.2016 г.
5. Закон Украины «Об оплате труда» от 24.03.1995 № 108/95-ВР: с изм. и доп. по состоянию на 21 апреля 2011 г.
6. ТК РБ от 26 июля 1999 года № 296-З: с изм. и доп. по состоянию на 15.07.2015 г.
7. Инструкция о порядке применения единой тарифной сетки работников, утвержденной постановлением Минтруда и соцзащиты РБ от 20.09.2002 г. № 123: с изм. и доп.

Получено 15.11.2017

УДК 005

А.Е. Бакланов, Т.С. Дмитриева, С.В. Григорьева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННОЙ С РИСКОМ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В данной работе предложена оценка рисков на основе расчёта, моделирующего поведение концентрации вредных веществ, попавших в атмосферу в результате выбросов промышленного предприятия с учётом категории стабильности атмосферы и розы ветров в регионе. Приведен расчет на примере г. Усть-Каменогорска.

Осы мақалада атмосфералық тұрақтылық санатын және аймақтағы желдің көтерілуін ескере отырып, өндірістік кәсіпорын шығарылымдары нәтижесінде атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың концентрация жағдайын модельдейтін есептеу негізінде қауіптерді бағалауды ұсынамыз. Экологиялық қауіпті есептеуде Өскемен қаласы мысал ретінде көрсетілген.

The given work offers risk evaluation based on calculations modelling the behavior of concentration of hazardous substances that had gotten into the atmosphere as a result of atmospheric emissions by an industrial plant while taking into account the stability type of the atmosphere and wind rose of the region. Estimation of ecological danger is given on example of the city of Ust-Kamenogorsk.

Ключевые слова: экология, риски, ущерб, выбросы, загрязнение атмосферы.

12 декабря 2015 года было принято Парижское соглашение по климату. 195 участников форума условились не допустить повышения средней температуры на планете к 2100 году более чем на 2 °С по сравнению с доиндустриальной эпохой. Однако документ не предусматривает количественных обязательств по снижению или ограничению выбросов CO₂ [1]. Казахстан заявил о своих намерениях по снижению выбросов на 15% и условно на 25% при наличии дополнительной международной поддержки к 2030 году от базового 1990 года [2]. Поставленные цели смогут способствовать выходу на путь низкоуглеродного «зеленого» развития.

Для населения, проживающего на территории с высоким содержанием промышленности, экологическая опасность определяется двумя факторами: ущербом от фактической опасности и риском (потенциальной опасностью) в случае аварийных ситуаций. Поэтому величину экологической опасности в относительных показателях можно представить в виде [3]:

$$G_{OP} = \phi(Y_{OP}, R_{OP}), \quad (1)$$

где G_{OP} – риск экологической опасности в относительных показателях; Y_{OP} – ущерб в безразмерных относительных показателях; R_{OP} – риск в безразмерных относительных показателях.

Условия, определяющиеся физическими законами, можно записать в следующем виде:

$$\frac{\partial \phi}{\partial Y_{OP}} > 0; \frac{\partial \phi}{\partial R_{OP}} > 0; \phi(0, R_{OP} > 0) > 0; \phi(Y_{OP} > 0, 0) > 0; \phi(0, 0) = 0. \quad (2)$$

Независимость характеристик ущерба и риска требует представления функции ϕ в виде их произведения. Предложенный вид функции ϕ в [3] с учётом условий (2), позволяет записать величину экологического риска в следующем виде:

$$G_{OP} = (Y_{OP} + 1)^{P_Y} \cdot (R_{OP} + 1)^{P_R} - 1, \quad (3)$$

где P_Y и P_R – весовые коэффициенты, характеризующие относительный вклад ущерба и риска в величину экологической опасности.

Согласно предложенной в [3], модели ущерб населению Y_{OP} состоит из двух составляющих: прямого ущерба Y_{PP} , непосредственно причиняемому населению, и косвенного Y_{KOCB} , наносимого населению за счёт деградации среды обитания:

$$Y_{OP} = (Y_{PP} + 1)^{P_{Y,PP}} \cdot (Y_{KOCB} + 1)^{P_{Y,KOCB}} - 1. \quad (4)$$

Выбор конкретных весовых коэффициентов прямого $P_{Y,PP}$ и косвенного $P_{Y,KOCB}$ ущербов зависит от степени влияния природной среды на жизнедеятельность населения, проживающего на данной территории. В случае заметного влияния природной среды на условия жизни человека можно принять модель равнозначных факторов, где весовые коэффициенты равны и имеют значение 0,5. В случае слабого влияния природной среды на условия жизни человека следует выбирать модель выделенных факторов и принять в частности:

$$P_{Y,PP} : P_{Y,KOCB} = 9 : 1. \quad (5)$$

Рассматривая влияние выбросов промышленных предприятий в атмосферу, имеем [3] следующие выражения для Y_{PP} и Y_{KOCB} :

$$Y_{PP} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{N_{тер}}{N_{стр}}, \quad (6)$$

$$Y_{KOCB} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{S_{тер}}{S_{рег}} \cdot \beta, \quad (7)$$

где $C_i^{выбр}$ – фактическая (измеренная) концентрация в атмосфере на данной территории i -го вещества; $ПДК_i^{выбр}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в воздухе; $N_{тер}$ – плотность населения, проживающего на рассматриваемой загрязнённой территории; $N_{стр}$ – средняя плотность населения страны; $S_{тер}$ – площадь территории с загрязнённой атмосферой; $S_{рег}$ – площадь экологически однородного региона, включающего данную территорию; β – индекс значимости данной территории в сохранении природной среды в регионе ($0 \leq \beta \leq 1$).

Выражения (4)-(7) позволяют рассчитать Y_{OP} – ущерб в безразмерных относительных показателях. Общее выражение, позволяющее численно оценивать ущерб, имеет следующий вид:

$$Y_{ОП} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{ср}} + 1 \right)^{0,9} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} - 1. \quad (8)$$

Аналогично производится расчёт $R_{ОП}$ – риска в безразмерных относительных показателях:

$$R_{ОП} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{ср}} + 1 \right)^{0,9} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} - 1. \quad (9)$$

Весовые коэффициенты ущерба и риска можно рассчитать по формулам, выражающим относительный вклад стоимостных показателей ущерба и риска в суммарную стоимость экологической опасности:

$$P_Y = \frac{Y_{СП}}{G_{СП}}; \quad P_R = \frac{R_{СП}}{G_{СП}}, \quad (10)$$

где $Y_{СП}$ – общий интегральный ущерб территории в стоимостных показателях; $R_{СП}$ – стоимостный показатель риска; $G_{СП}$ – суммарная стоимость экологической опасности $Y_{СП} + R_{СП}$.

Основываясь на предложенном представлении ущерба и риска в стоимостных показателях, будем использовать следующие выражения:

$$Y_{СП} = Y_{НОРМ} + Y_{НАС}, \quad (11)$$

где $Y_{НОРМ}$ – стоимость ущерба от непосредственного загрязнения окружающей среды (нормативно определяемый ущерб); $Y_{НАС}$ – стоимость социально-экологического ущерба, связанного с ухудшением условий жизни населения.

Выражение (11) можно записать в следующем виде:

$$Y_{СП} = a \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{УСЛ} + Y_B + Y_K + Y_T, \quad (12)$$

где a – стоимостный коэффициент пропорциональности для условного загрязнителя атмосферы, тг/усл.т; σ – безразмерный коэффициент, учитывающий особенности территории; f – безразмерный коэффициент, учитывающий размер фракций загрязняющего вещества, характер их рассеяния и скорость оседания в атмосфере; $M_{УСЛ}$ – приведённая масса годового выброса в атмосферу условного загрязнителя (с учётом его экологической опасности), усл.т./год; Y_B – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя темпа роста населения; Y_K – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя качества жизни населения, определяющегося величиной средней продолжительности жизни; Y_T – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя трудоспособности населения.

Для $M_{УСЛ}$, Y_B , Y_K и Y_T можно использовать следующие выражения:

$$M_{УСЛ} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i}, \quad (13)$$

где m_i – масса годового выброса i -й примеси в атмосферу, т/год; A_i – безразмерный показатель относительной агрессивности i -й примеси, усл.т/год.

$$Y_B = \left(\frac{\Delta N_{РЕПР}^{СТР}}{N_{РЕПР}^{СТР}} - \frac{\Delta N_{РЕПР}^{ТЕР}}{N_{РЕПР}^{ТЕР}} \right) \cdot N_{РЕПР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕПР}^{СТР}, \quad (14)$$

где $\Delta N_{РЕПР}^{СТР}$ – годовой прирост населения страны репродуктивного возраста от 16 до 60 лет; $N_{РЕПР}^{СТР}$ – численность населения репродуктивного возраста страны в начале расчётного года; $\Delta N_{РЕПР}^{ТЕР}$ – годовой прирост населения репродуктивного возраста территории; $N_{РЕПР}^{ТЕР}$ – численность населения репродуктивного возраста территории в начале расчётного года.

ного года; $q_{РЕПР}^{СТР}$ – удельный валовой национальный продукт страны, приходящийся на душу репродуктивного населения страны, руб/чел.

$$Y_K = N_{РЕПР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕПР}^{СТР} \cdot (T_{Ж}^{СТР} - \frac{T_{Ж}^{ТЕР}}{T_{Ж}^{СТР}}), \quad (15)$$

где $T_{Ж}^{СТР}$ – средняя продолжительность жизни в стране; $T_{Ж}^{ТЕР}$ – средняя продолжительность жизни на территории.

$$Y_T = N_{РЕПР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕПР}^{СТР} \cdot (n_{РЕПР}^{СТР} - n_{РЕПР}^{ТЕР}), \quad (16)$$

где $n_{РЕПР}^{СТР}$ – среднегодовое количество человеко-дней одного человека репродуктивного возраста в стране; $n_{РЕПР}^{ТЕР}$ – среднегодовое количество человеко-дней одного человека репродуктивного возраста на территории.

Стоимостный показатель риска выражается следующим образом:

$$R_{СП} = Y_{НОРМ} \cdot (\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}}), \quad (17)$$

где $M_{УСЛ}^{AB}$ – возможное количество аварийного выброса; $Y_{НОРМ}$ и $M_{УСЛ}^{НОРМ}$ – стоимость ущерба и количество загрязнителя при нормативных оценках по типовой методике.

Далее, подставляя выражение (8)-(17) в выражение (3), получим выражение для величины экологического риска в виде (18):

$$G_{оп} = ((\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{стр}} + 1)^{0,9} \cdot (\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рег}} \cdot \beta + 1)^{0,1})^{\frac{a \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i} + Y_B + Y_K + Y_T}{a \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i} + Y_B + Y_K + Y_T + Y_{НОРМ} \cdot (\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}})}} \cdot \frac{Y_{НОРМ} \cdot (\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}})}{Y_{НОРМ} \cdot (\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}})} - 1. \quad (18)$$

Полученное общее выражение позволяет смоделировать и изучить причины изменения геоэкологических рисков в зависимости от всех факторов. Данное выражение описывает величину экологической опасности в относительных показателях, однако для проведения вычислений требуются данные концентраций фактически измеренных выброшенных вредных веществ в атмосферу ($C_i^{выбр}$), и поэтому расчет может быть осуществлён при анализе уже состоявшегося факта нанесения ущерба. Прогнозирование рисков ситуаций при работе промышленных предприятий с использованием формулы (18) невозможно из-за отсутствия значений $C_i^{выбр}$. Выход из данного положения можно осуществить, используя теоретические формулы по расчёту концентраций от стационарного источника выбросов промышленного предприятия. Так мы найдём выражение для конкретного предприятия с учётом состояния атмосферы определённого региона [4], которое можно подставить вместо $C_i^{выбр}$.

Математическое выражение для концентрации вещества от точечного источника с постоянной мощностью – Q (кг/с) для г. Усть-Каменогорска можно записать в виде:

$$C(x, y, z, t) = \frac{f(A) \cdot Q^*}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \cdot \exp(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}) \cdot [\exp(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}) + \exp(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2})], \quad (19)$$

где Q – мощность источника, кг/с; σ_y и σ_z – дисперсионные параметры, зависящие от устойчивости атмосферы и расстояния от источника «х», м, U – скорость ветра, м/с;

H - высота источника, м; x, y, z – осевая, поперечная и вертикальная координаты; $f(A)$ – доля примеси в слое перемешивания (« A » – высота слоя перемешивания).

Дисперсионные параметры σ_y и σ_z нами были вычислены по формулам, полученным путём аппроксимации данных для различных категорий стабильности атмосферы.

Решение задачи расчета среднегодовых концентраций в жилой зоне г. Усть-Каменогорска сводится к интегрированию всех возможных концентраций загрязняющих веществ в заданной точке пространства (x, y) и источников выбросов. Поскольку предполагается, что в пределах сектора M -румбовой розы ветров, характерной для Усть-Каменогорска, направление ветра распределено равномерно, то среднегодовая концентрация $C(x, y)$ рассчитывается по формуле:

$$C(x, y) = C(r, \theta) = \sum_{i=1}^L P_{vi} \times \left\{ \sum_{k=1}^6 (P_k(U_i) \times \frac{M \times Q \times \gamma(x/U)}{2 \times \sqrt{2} \times \pi^{3/2} \times r \times U_i \sigma_z}) \times f(A, H, \sigma_z) \right\} \quad (20)$$

где Q - мощность источника, кг/с; P_{vi} - вероятность реализации ветра со скоростью U_i , м/с в соответствующем секторе M -румбовой схемы; $P_k(U_i)$ - вероятность реализации определенного класса устойчивости атмосферы при ветре U_i (А-1, В-2,..., F-6); θ – направление ветра в полярных координатах; r - расстояние от источника загрязнения до точки (x, y); σ_z - характеристика дисперсии по вертикали; $f(A, H, \sigma_z)$ - функция влияния высоты источника загрязнения (H) и высоты слоя перемешивания (A); $M/2\pi$ - угловая доля сектора в M -румбовой схеме ветров; $\gamma(x/U) = \gamma(t)$ - функция изменения концентрации по оси шлейфа за счет фотохимических реакций, сухого и влажного осаждения и т.п. во времени.

Подставляя в формулу (18) выражение (20) в качестве $C_i^{\text{выбр}}$, а выражение (19) в качестве $C_i^{\text{выбр ав}}$, получим выражение, позволяющее осуществлять анализ существующей рискованной ситуации загрязнения атмосферы от промышленного предприятия, а также выявить факторы, имеющие более весомый вклад при определённых особенностях предприятия.

Для изучения влияния риска на величину экологической опасности в регионе нами была разработана информационная система оценки рисков, использующая вышеприведенную модель с учетом численных расчетов, моделирующих поведение концентрации вредных веществ, попавших в атмосферу в результате выбросов промышленного предприятия, с учётом категории стабильности атмосферы и розы ветров в регионе. Общая схема информационной системы «Усть-Каменогорские экологические риски» представлена на рис. 1.

Данные из базы данных по загрязнению атмосферы поступали на SQL-сервер, где с использованием OLAP технологии строились многомерные кубы и путём среза создавались сводные электронные таблицы с необходимой нам информацией о концентрации веществ, по которым происходил дальнейший расчёт. Информация по аварийным выбросам поступала из независимой базы данных в отдельный модуль информационной системы. На основе поступающих данных производился количественный анализ и осуществлялся расчёт экологической опасности в регионе.

На основе имеющихся данных по г. Усть-Каменогорску нами был произведен анализ влияния весового коэффициента риска на величину экологической опасности в относительных единицах. На рис. 2 представлена зависимость $G_{\text{оп}}(P_R)$.

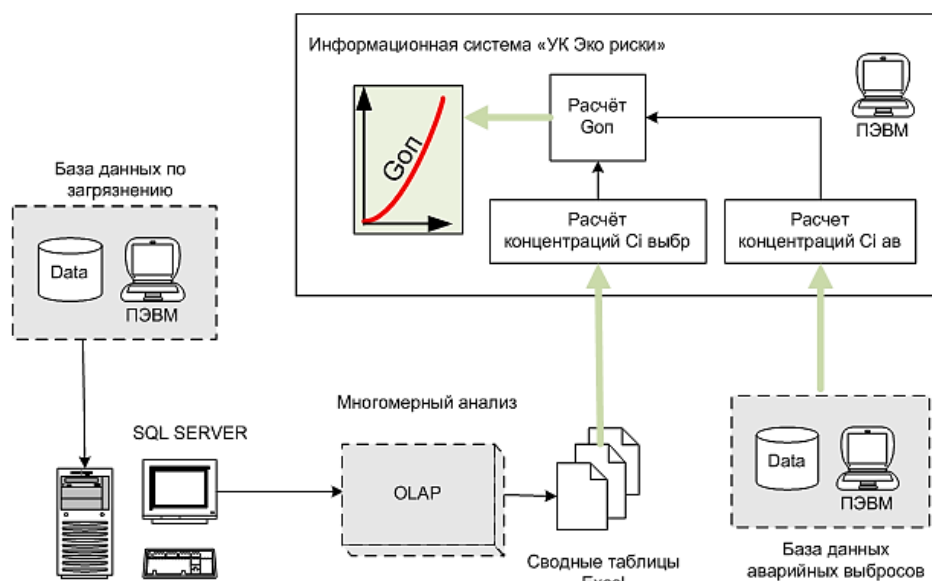


Рисунок 1 - Общая схема информационной системы «УК экориски»

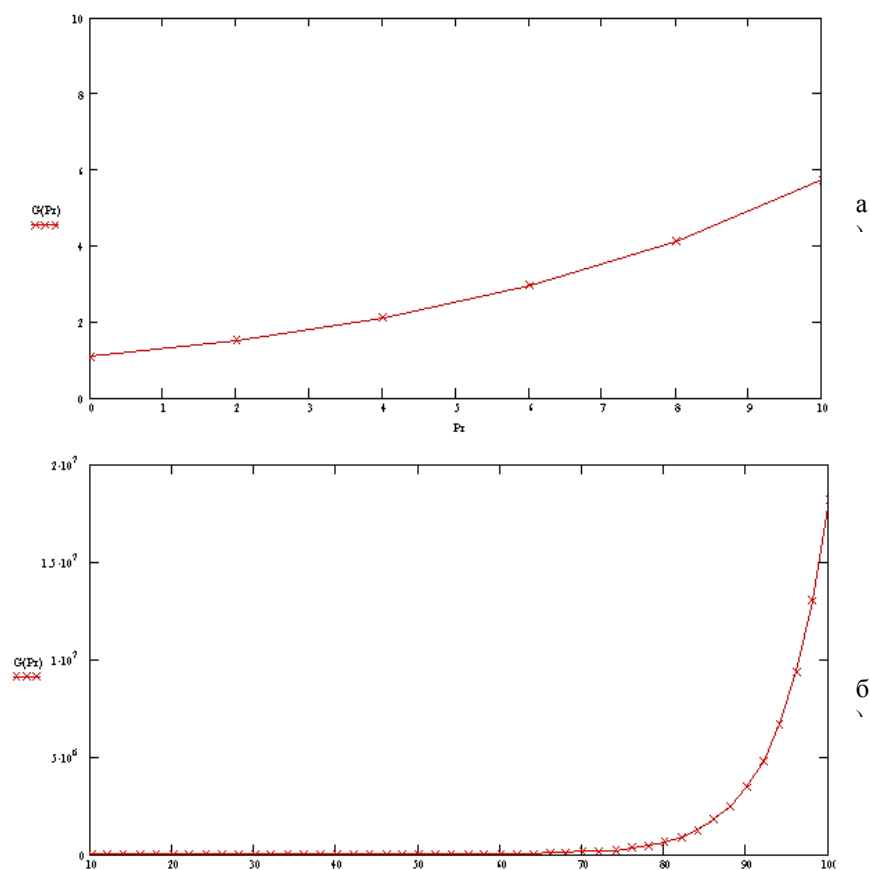


Рисунок 2 - Графики зависимости величины экологической опасности от величины экологического риска: а - при малых значениях риска; б - при больших значениях риска

Важным результатом является выявление области P_R , где проявляется сильное влияние коэффициента риска на величину экологической опасности. Так, при значении коэффициента 70-100 наблюдается увеличение экологической опасности с низкого уровня 1-10 условных единиц (рис. 2,а) до 10^6 - 10^7 условных единиц (рис. 2,б). При этом дальнейшие исследования по вероятности проявления таких событий позволят спрогнозировать вероятность появления высокой экологической опасности, а следовательно, предотвращения данной ситуации. Кроме этого, используя выражения (18), (19) и (20) и данные по конкретному промышленному предприятию, можно определять риски без проведения количественных измерений загрязняющих веществ на территории изучаемого региона. Также полученная информация позволяет прогнозировать появления экологической опасности, приводящей к необратимым геоэкологическим изменениям.

В общем виде величина экологической опасности зависит от большого числа параметров, поэтому выделение влияния коэффициента риска позволит оценивать возможное влияние существующих (проектируемых) промышленных предприятий на появление экологической опасности в регионе, а также прогнозировать масштабы возможных нарушений, связанных с риском.

Список литературы

1. Парижское соглашение по климату: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ratel.kz/kaz/parizhskoe_soglashenie_po_klimatu_ratifitsiroval_kazakhstan.
2. Зеленая энергетика Казахстана в XXI веке: мифы, реальность и перспективы: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gbpp.org/category/publication>.
3. Ибрагимов М.Х.-Г. Научные основы методологии количественного анализа экологической опасности при техногенном воздействии на окружающую среду. Оценка воздействия на окружающую среду / М.Х.-Г. Ибрагимов, В.В. Куценко, В.И. Рачков // Экологическая экспертиза. – 1999. – № 5. – С. 23.
4. Куриленко Е.А. Разработка информационной системы для исследования влияния выбросов промышленных предприятий на здоровье населения / Е.А. Куриленко, А.Е. Бакланов, А.И. Квасов и др. // Материалы Междунар. науч.-метод. конф., окт. 2007. – Ч. 2.

Получено 15.11.2017

УДК 613.6.027

С.Г. Бисакаев, Т.И. Крекешева

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана

Е.Ж. Отаров, Б.К. Койчубеков

Карагандинский областной филиал РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Караганда

ВОПРОСЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ВРЕДНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА

В статье анализируется действующий механизм выявления профессиональной пригодности работников к работам с вредными и опасными условиями труда в Республике Казахстан. Обращается внимание на необходимость дополнения процедуры периодического медицинского осмотра надежными методами гигиенической диагностики состояния предболезни.

В качестве надежного метода мониторинга функциональных резервов организма работников предприятий с вредными условиями труда предлагается проводить оценку элементного статуса организма работников на основе многокомпонентного анализа образцов волос. Представлена региональная система мониторинга элементного статуса работников, представляющая собой концептуально новый подход в профилактике профессионально обусловленных заболеваний.

Мақалада Қазақстан Республикасында зиянды және қауіпті еңбекке жұмыскерлердің кәсіби жарамдылығын анықтаудың қазіргі механизмі талданады. Ауыруға дейінгі күйін гигиеналық диагностикалаудың сенімді әдістерімен мерзімді медициналық тексеру рәсімін толықтырудың қажеттілігіне назар аударылады. Зиянды еңбек жағдайлары бар кәсіпорындар жұмыскерлерінің ағзаларының функционалдық қорларын бақылаудың сенімді әдісі ретінде шаш үлгілерін көпкомпонентті талдау негізінде жұмыскерлердің ағзаларының элементтік статусын бағалау ұсынылады. Кәсіби тұрғыдан негізделген аурулардың алдын алудағы тұжырымдамалық жаңа тәсілі болып табылатын жұмысшылардың элементтік статусын бақылаудың аймақтық жүйесі ұсынылған.

The article analyzes the current mechanism for identifying the professional suitability of employees for work with harmful and dangerous working conditions in the Republic of Kazakhstan. Attention is drawn to the need to supplement the procedure for periodic medical examination with reliable methods of hygienic diagnosis of the condition of "pre-illness". As a reliable method of monitoring the functional reserves of the body of employees of enterprises with harmful working conditions, it is proposed to evaluate the elemental status of the workers' organism on the basis of multicomponent analysis of hair samples. A regional system for monitoring the elemental status of workers is presented, which is a conceptually new approach in the prevention of professionally conditioned diseases.

Ключевые слова: производство, вредные условия труда, работники, профессиональные заболевания, профилактика.

Защита здоровья трудоспособного населения республики является одним из приоритетных направлений государственной политики в области охраны труда [1, 2]. В этой связи на предприятиях республики проводятся технические, технологические, медико-профилактические и прочие мероприятия, направленные на ограничение неблагоприятного воздействия на работников вредных факторов производственной среды. Вместе с тем, по официальным данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики РК ежегодно у значительного количества работников выявляются заболевания, обусловленные воздействиями вредных производственных факторов [3]. В этой связи разработка концептуально новых подходов в вопросах профилактики профессионально обусловленных заболеваний в Республике Казахстан имеет высокую актуальность, практическую ценность и социальную значимость.

В настоящее время контроль над состоянием здоровья работников проводится на основании статьи 185 Трудового кодекса РК об обязательных медицинских осмотрах работников в порядке, установленном законодательством РК. Профессиональную пригодность работников к работам с вредными и опасными условиями труда в Республике Казахстан определяют на основе Правил проведения обязательных медицинских осмотров [4]. На рис. 1 представлен действующий механизм выявления профессиональной пригодности работников к работам с вредными и опасными условиями труда.

Посредством этих Правил устанавливается статус здоровья работников и возможность работы во вредных условиях труда, исходя из принадлежности к одной из шести групп, а именно:

- здоровые работники, не нуждающиеся в реабилитации;
- работники, имеющие нестойкие функциональные изменения различных органов и физиологических систем;
- работники, имеющие начальные формы общих заболеваний;
- работники, имеющие выраженные формы общих заболеваний, как являющиеся, так и не являющиеся противопоказанием для продолжения работы в профессии;

- работники, имеющие признаки воздействия на организм вредных производственных факторов;
- работники, имеющие признаки профессиональных заболеваний.

На основании Правил предусматривается наблюдение медицинской организацией работников, имеющих нестойкие функциональные изменения различных органов и физиологических систем, начальные формы общих заболеваний, выраженные формы общих заболеваний.



Рисунок 1 - Действующий механизм выявления профессиональной пригодности работников к работам с вредными и опасными условиями труда в Республике Казахстан

Работникам, имеющим признаки воздействия на организм вредных производственных факторов, проводится реабилитация в медицинской организации лечебно-реабилитационного профиля. Затем для работников этой группы предусматривается экспертиза профессиональной пригодности для установления связи заболевания с профессией.

Работники, имеющие признаки профессиональных заболеваний, находятся на диспансерном учете у профпатолога медицинской организации. Контроль за диспансерным наблюдением работников в медицинской организации и их реабилитацией осуществляется областными (городскими) профпатологическими кабинетами.

На основании вышеуказанных Правил реабилитация работников состоит из трех этапов.

Первый этап реабилитации включает мероприятия по профилактике заболеваний у практически здоровых работников и у работников, имеющих нестойкие функциональные изменения организма при отсутствии явных признаков болезни. Вместе с тем, анализ нормативных правовых актов в данной области показал, что для этой группы отсутствуют законодательно закрепленные процедуры реабилитации по проведению оздоровительных мероприятий и прочих мер, которые могут предупредить развитие профзаболевания на ранней стадии.

Второй этап реабилитации предусматривает медицинскую реабилитацию работников из групп риска.

Третий этап реабилитации регламентируется законодательно закрепленными процедурами по оказанию помощи больным с профессиональными заболеваниями.

Вместе с тем, анализ материалов периодических медицинских осмотров на предприятиях показал, что традиционными методами диагностики редко выявляются работники, имеющие нестойкие функциональные изменения различных органов и физиологических систем, а также работники с начальными формами общих заболеваний. В заключительном акте периодического медицинского осмотра таких работников относят к группе «здоровые работники, не нуждающиеся в реабилитации».

В этой связи с целью повышения эффективности действующего механизма выявления профессиональной пригодности работников к работам с вредными и опасными условиями труда и обоснования эффективных мер профилактики профессионально обусловленных заболеваний важно дополнить процедуру периодического медицинского осмотра надежными методами гигиенической донозологической диагностики, т.е. диагностики состояния предболезни.

Проведенными исследованиями установлено, что одним из надежных методов донозологической диагностики и мониторинга функциональных резервов организма работников предприятий с вредными условиями труда является оценка элементного статуса организма работников на основе многокомпонентного анализа образцов волос.

Выбор данного метода основан на результатах собственных исследований и обобщении международного опыта в данной области. В результате проведенных исследований установлено, что формирование профессионально обусловленных заболеваний у работников происходит на фоне дисбаланса (дефицита и избытка) макро- и микроэлементов в организме, сформированного под воздействием вредных производственных факторов, т.е. дисбаланса элементного статуса.

На рис. 2 показаны основные этапы развития патологий, сформированных на фоне дисбаланса макро- и микроэлементов в организме работников, занятых во вредных условиях труда.



Рисунок 2 - Формирование профессионально обусловленных заболеваний на фоне дисбаланса элементного статуса организма

I этап. Под влиянием производственных факторов в организме работников, занятых во вредных условиях труда, формируется дисбаланс (дефицит и избыток) макро- и микроэлементов. На этом этапе с целью предупреждения развития элементозов важно при-

менить профилактику дисбаланса элементного статуса посредством профилактического питания с учетом специфики производства.

II этап. Вследствие отсутствия мер профилактики в организме формируется состояние элементоза, в результате этого наблюдается снижение устойчивости организма к вредным воздействиям окружающей среды, в том числе к воздействиям производственных факторов, т.е. наблюдается дезадаптация организма.

Коррекция дисбаланса элементного статуса в состоянии элементозов проводится с применением биологически активных веществ и профилактического питания, т.е. немедикаментозными методами коррекции состояния элементного статуса организма.

III этап. На фоне элементозов формируется донозологическое состояние, т.е. состояние предболезни, которое характеризуется снижением функциональных резервов организма. На этом этапе применение немедикаментозных методов коррекции состояния элементного статуса с целью профилактики профессионально обусловленных заболеваний обеспечивает положительный эффект.

IV этап. Вследствие отсутствия мер по коррекции дисбаланса элементного статуса организма на предыдущих этапах формируется профессиональная патология и неспецифические профессионально обусловленные заболевания с временной утратой трудоспособности. На этом этапе проводится длительное лечение, реабилитация и предоставляется социальная защита работникам с профессиональными заболеваниями.

Следует отметить, что меры профилактики и коррекции состояния элементного статуса организма на первом - третьем этапах имеют высокую эффективность в связи с тем, что физиологические механизмы регуляции на этих этапах обеспечивают поддержание оптимального состояния метаболических процессов в организме.

В этой связи с целью раннего выявления нестойких функциональных изменений различных органов и физиологических систем на фоне дефицита и избытка макро- и микро-элементов в организме у работников предприятий с вредными условиями труда и проведения своевременно профилактики профессионально обусловленных заболеваний на ранней стадии была разработана региональная система мониторинга элементного статуса работников, занятых во вредных условиях труда (рис. 3).

Предлагаемая модель мониторинга элементного статуса основана на установлении связи между элементным статусом организма работников и условиями труда на предприятии. В данной системе мониторинга предусматривается проведение оценки условий труда, формирование референтных и контрольных групп для оценки элементного статуса организма, оценка элементного статуса работников, выявление групп риска, оценка алиментарной обеспеченности химическими веществами по референтным группам, медицинский осмотр, проведение лечебно-профилактических мероприятий.

Предлагается для проведения оценки элементного статуса работников в качестве биологического субстрата использовать образцы волос в связи с тем, что по сравнению с другими биологическими субстратами организма человека, волосы имеют ряд основных преимуществ: метод сбора образцов не травмирует организм, технологически прост; транспортировка и хранение образцов не требует особых условий; есть возможность определения в одном образце от 25 до 40 химических элементов с применением современных методов аналитической химии; достоверная оценка элементного статуса, сформированного за период от 3 до 6 месяцев; особенно важно, что дисбаланс макро- и микроэлементов в организме определяется на предклинической стадии, т.е. на стадии предболезни и т.д.

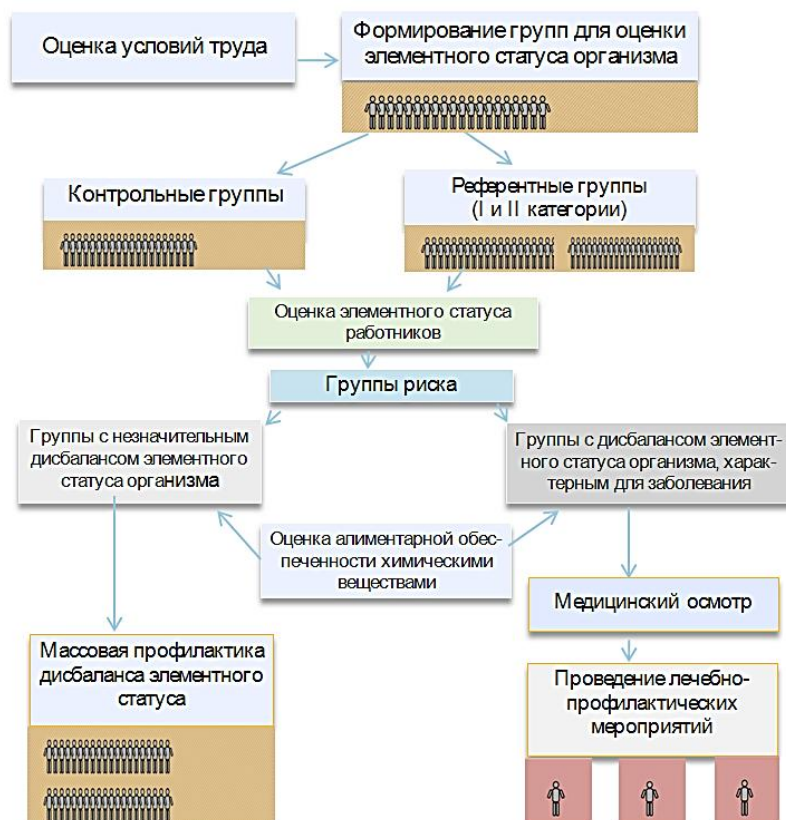


Рисунок 3 - Региональная система мониторинга элементного статуса работников предприятий с вредными условиями труда

На основе результатов оценки элементного статуса работников есть возможность обосновать основные организационно-технические, медико-профилактические и прочие мероприятия, направленные на улучшение условий труда и профилактику профессиональных заболеваний.

Таким образом, предлагаемая модель региональной системы мониторинга элементного статуса работников предприятий с вредными условиями труда посредством управленческих, организационно-технических мер, наряду с медико-профилактическими мероприятиями, призвана обеспечить эффективность всей системы управления охраной труда на предприятии и профилактику профессионально обусловленных заболеваний, формирующихся на фоне дисбаланса элементного статуса организма при контакте работников с вредными производственными факторами. Внедрение и реализация данной системы мониторинга на предприятиях республики обеспечивает успешное решение социальных, экономических, демографических и пр. задач.

Список литературы

1. Конституция Республики Казахстан: принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 г.: с изм. и доп. по состоянию на 02.02.2011 г. // [Официальный сайт парламента Республики Казахстан]. - Режим доступа: <http://www.parlam.kz/ru/constitution>.
2. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V: с изм. и доп. от 06.04.2016 г. // [Сайт «Параграф»]. - Режим доступа: <http://online.zakon.kz>.

3. Статистический бюллетень о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан за 2016 год // [Сайт «Министерство национальной экономики. Комитет по статистике»]. - Режим доступа: <http://www.stat.gov.kz>.
4. Приказ и.о. министра национальной экономики Республики Казахстан от 24 февраля 2015 года № 128 «Об утверждении Правил проведения обязательных медицинских осмотров».

Получено 15.11.2017

УДК 331.103.248

С.Г. Бисакаев, С.Т. Омарова, Т.И. Крекешева, Г.А. Еселханова

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА РАБОТНИКОВ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ

В статье представлен анализ международного опыта о влиянии ночного времени работы на функциональное состояние организма. Отмечены неблагоприятные изменения состояния здоровья у ночных работников и снижение работоспособности в ночное время. Показаны результаты собственных исследований, проведенных с целью научного обоснования внутрисменных перерывов для работающих в ночное время на предприятиях с вредными условиями труда.

Мақалада ағзаның функционалдық жағдайына түнгі жұмыс уақытының әсер етуі туралы халықаралық тәжірибені талдау қарастырылған. Түнгі уақыттағы жұмысшылардың денсаулығының қолайсыз өзгеруі және түнгі уақытта еңбек ету қабілетінің төмендеуі байқалды. Зиянды еңбек жағдайлары бар кәсіпорындарда түнде жұмыс істейтіндер үшін ауысымдық үзілісті ғылыми негіздеу мақсатында жүргізілген өз зерттеулеріміздің нәтижелері көрсетілген.

The article presents an analysis of international study on the effect of night working hours on the functional condition of organism. The study reveals unfavorable alterations in night-shift workers health and decrease in working capacity at night. Our research results aims to scientifically prove the necessity of inter-shift breaks for night -shift workers of the enterprises with harmful working conditions.

Ключевые слова: работники, ночное время, функциональное состояние организма

На современном этапе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан (далее - РК) для многих предприятий различных видов экономической деятельности возникает необходимость применения сменной организации труда с работой в ночное время.

Согласно п. 1 ст. 76 Трудового кодекса РК, работа в ночное время - это осуществление трудовой деятельности в ночное время суток в промежуток от 22 часов ночи до 6 часов утра. В ст. 76 «Работа в ночное время» предусматривается порядок осуществления трудовой деятельности в ночное время, регулирующий обязанности работодателя и работника [1].

Известно, что смещение рабочего времени нарушает суточный биологический ритм человека, приводит в противоречие физиологические процессы в организме, тем самым оказывает негативное влияние на его функциональные системы и способствует развитию состояния утомления. В этом состоянии работник непроизвольно становится менее активным, у него ухудшаются психологические процессы, обеспечивающие безопасность поведения, восприятия и осознания сигналов об опасности. В результате при работе в ночное время риск травмы на производстве нарастает в большей степени, чем в дневное время, а также повышается риск развития профессионально обусловленных заболеваний [2, 3].

В этой связи трудовым законодательством РК предусмотрены ограничения по привлечению к работе в ночное время. На рис. 1 представлены группы работников, в отношении которых применяются данные ограничения.



Рисунок 1 - Группы работников, в отношении которых применяются ограничения по привлечению к работе в ночное время

Как видно из рисунка, к работе в ночное время с письменного согласия привлекаются женщины, имеющие детей в возрасте до семи лет, лица, воспитывающие детей в возрасте до семи лет без матери, работники, воспитывающие детей-инвалидов до шестнадцати лет, работники-инвалиды, при условии, что такая работа не запрещена им по состоянию здоровья.

Не допускаются к работе в ночное время работники, не достигшие восемнадцатилетнего возраста, и беременные женщины, предоставившие работодателю справку о беременности.

Анализ официальных данных Комитета по статистике Министерства национальной экономики показал, что в настоящее время доля занятых в ночное время составляет 22% от численности работающих во вредных и других неблагоприятных условиях труда [4]. С целью разработки профилактических мер по защите здоровья работников, занятых на работах в ночное время на предприятиях республики, был изучен международный опыт исследований о влиянии работы в ночное время на организм человека и изменениях его функционального состояния.

В результате проведенных исследований было выявлено, что нарушение биологических часов при сменной работой с ночным временем может привести как к соматическим, так и к психическим заболеваниям.

В частности, последствиями нарушенного цикла сна и бодрствования являются усталость и бессонница, которые часто встречаются у рабочих ночной смены и могут проявляться в виде так называемого синдрома задержки фазы сна [5], что ведет к таким последствиям, как нарушение эмоциональной и познавательной функции мозга, значительному ослаблению внимания, координации и памяти [6].

Установлено, что до 90% рабочих ночных смен испытывают сонливость и усталость на работе. В ночное время продолжительность состояния усталости у работников увеличивается на 2-3 часа, что приводит к увеличению годового прироста риска хронической усталости не менее чем в 1,5 раза [7]. В результате при работе в ночную смену относи-

тельный риск получения работником травмы в 1,5-2,4 раза выше, чем при занятости в дневную смену, независимо от вида профессиональной деятельности [8].

Вместе с тем, суточные и ночные смены может быть фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [9], заболеваний органов пищеварения [10], болезней обмена веществ [11], хронических дерматозов [12], сахарного диабета [13]. В течение последних десятилетий рабочую деятельность в вечернее и ночное время стали рассматривать как фактор риска развития артериальной гипертензии, и, следовательно, сердечно-сосудистых катастроф [14].

Изучая роль здорового образа жизни, некоторые ученые подчеркивают, что нарушение естественного режима труда и отдыха создает предпосылки для возникновения десинхроноза, который является сильнейшим стрессовым фактором для организма человека, прежде всего в молодом возрасте [15]. Данным фактом можно объяснить, почему патология сердечно-сосудистой системы стала чаще встречаться у лиц молодого возраста [16].

Исследованиями, проведенными Всемирной организацией здравоохранения, установлено, что работа в ночное время в течение длительного времени увеличивает риск развития рака молочной железы у женщин и рака толстой кишки как у женщин, так и у мужчин [17]. Показано, что работа в ночное время является крайне неблагоприятным фактором для здоровья женщины зрелого возраста, а именно работа в ночные смены снижает у них уровень адаптационных и функциональных возможностей организма и может служить дополнительным фактором, ускоряющим и усугубляющим развитие проявлений десинхронизации показателей сердечно-сосудистого гомеостатизма [18]. Кроме того, риск развития рака молочной железы у женщин старше 50 лет, работающих в ночное время, составляет 28% [19]. Еще более повышенный риск развития рака молочной железы имеют женщины, которые работают в ночную смену в течение более двадцати лет [20].

Вместе с тем, исследованиями обнаружено, что ночная и посменная работа увеличивают риск развития рака яичников [21], ободочной и прямой кишки [22], предстательной железы [23], рака эндометрия [24]. Повышенный риск развития раковых заболеваний объясняется тем, что при регулярных ночных сменах снижается уровень мелатонина – гормона, ответственного за наступление сна и обладающего противоопухолевым действием. Как показали исследования, у работников уровень мелатонина существенно понижается во время ночной работы, в ходе дневного сна после нее, а также в течение ночного сна в выходные дни.

К одной из мер профилактики хронической усталости, на фоне которой повышается риск развития профессионально обусловленных заболеваний у работников при сменной организации труда с ночным временем, относятся внутрисменные перерывы. С целью научного обоснования внутрисменных перерывов для работников предприятий обрабатывающей промышленности Республики Казахстан были проведены исследования функционального состояния их организма в динамике 8-часовой рабочей смены с ночным временем по показателям основных физиологических систем организма, а именно центральной нервной, сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем.

В частности, состояние центральной нервной системы оценивали по показателям умственной работоспособности (применялась таблица Бурдона-Анфимова) и психомоторным показателям (применялся теппинг-тест). Состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по показателям артериального давления (систолическому, диастолическому и пульсовому давлению), частоте пульса и показателям гемодинамики (ударному объему и минутному объему крови). Состояние нервно-мышечной системы оценивали по показателям общей работоспособности и выносливости (максимальному мышечному усилию мышц кисти руки, силовому индексу).

Статистическая обработка первичных материалов о функциональном состоянии организма работников проводилась с применением пакета программных приложений Microsoft Excel XP (Microsoft Corp., USA) и интегрированного пакета статистических программ STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., USA).

Значимость изменений физиологических показателей оценивали непараметрическими методами биологической статистики с применением непараметрического критерия множественного попарного сравнения Kruskal-Wallis, коэффициента корреляции Спирмена и др. При уровне значимости $p < 0,05$ нулевая гипотеза об отсутствии различий отклонялась, и выборки признавались различающимися по анализируемому признаку.

Оценка показателей умственной работоспособности в динамике 8-часовой рабочей смены с ночным временем выявила ($p < 0,05$), что у работников через 3 часа от начала смены снижается коэффициент точности выполнения задания (рис. 2).

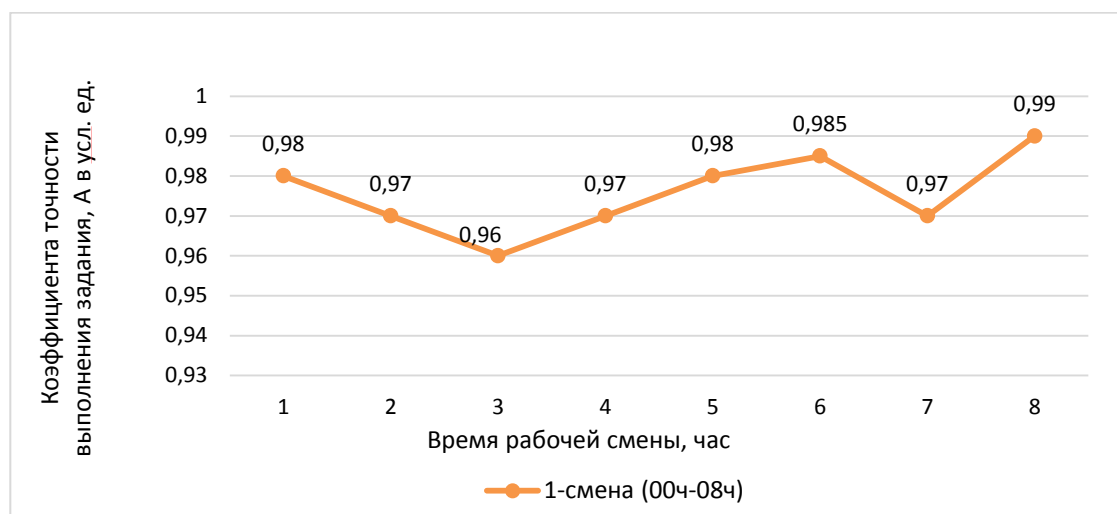


Рисунок 2 - Анализ изменений коэффициента точности выполнения задания в динамике 8-часовой рабочей смены с ночным временем

У тех же работников на 2-3-й часы работы от начала смены была обнаружена тенденция к снижению коэффициента умственной продуктивности, объема зрительной информации, скорости переработки информации и показателя устойчивости внимания.

Снижение показателей умственной работоспособности на 2-3-й часы работы от начала смены показывает на развитие усталости у работников в эти часы. На фоне усталости снижается устойчивость организма к воздействиям вредных производственных факторов и повышается риск травматизма из-за снижения восприятия и осознания сигналов о производственных опасностях. Установление внутрисменного перерыва для отдыха через 2 часа от начала смены на 10-15 минут обеспечит восстановление функциональных резервов организма работников и предупредит потенциально возможный несчастный случай на производстве.

Анализ состояния сердечно-сосудистой системы показал, что у работников от начала рабочей смены в течение 7 часов работы сохранялось повышенное систолическое давление, кроме того наблюдалось снижение диастолического давления на 6-7-й часы работы.

Анализ расчетных показателей установил, что в динамике рабочей смены у работников сохранялось повышенное пульсовое давление относительно физиологической нормы (рис. 3).

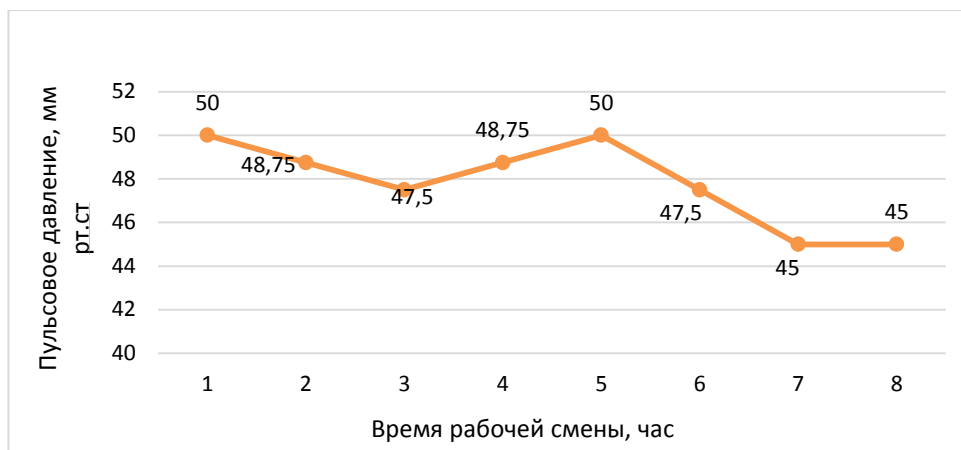


Рисунок 3 - Анализ пульсового давления у работников в динамике 8-часовой рабочей смены с ночным временем

Отклонение показателей артериального давления от нормы влияет на работоспособность работников и может привести к нарушениям в выполнении профессиональных обязанностей и, как следствие этого, к травматизму. Кроме того, анализ состояния нервно-мышечной системы показал, что у работников после 4 часов работы до конца смены снижены показатели общей работоспособности и выносливости. Обнаруженные изменения общей работоспособности объясняются состоянием утомления, что может привести к несчастным случаям в эти часы смены.

Установление внутрисменного перерыва на отдых на 6-й час рабочей смены длительностью 10-15 минут снимет состояние утомления, в результате уменьшится риск потенциально возможного несчастного случая на производстве и сохранится работоспособность на оптимальном уровне.

Таким образом, на основании анализа международного опыта исследований о влиянии сменной работы с ночным временем на функциональное состояние организма, а также на основании результатов собственных исследований делается вывод о потенциальной опасности сменной работы с ночным временем для здоровья и долголетия. На предприятиях с вредными условиями труда при 8-часовых рабочих сменах предлагается установить внутрисменные перерывы для отдыха на 2-й и 6-й часы работы от начала смены продолжительностью 10-15 минут в качестве меры профилактики усталости, на фоне которой повышается риск травматизма и формируются профессионально обусловленные заболевания.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V: с изм. и доп. по состоянию на 13.06.2017 г. // [Сайт «Параграф»]. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>.
2. Pati A.K., Chandrawanshi A., Reinberg A. Shift work: Consequences and management // Current science. – 2001. - Vol. 81. – N 1. - P. 32-52.
3. Сорокин Г.А. Профессиональные риски при режиме труда с ночной работой // Главная медицинская сестра. – 2014. - № 2. - С. 67-76.
4. Численность работников, занятых во вредных и других неблагоприятных условиях труда по отдельным видам экономической деятельности // [Сайт «Министерство национальной экономики. Комитет по статистике»]. – Режим доступа: <http://www.stat.gov.kz>.
5. Arendt J. Shiftwork: coping with the biological clock // Occup. Med. – 2010. – N 60 (1). - P. 10-20.

6. Bhanu P., Kolla, R., Auger R., Lag J., Work S. Sleep Disorders: How to help reset the internal clock // J. of Medicine. – 2011. - Vol. 78. - N 10. - P. 675–684.
7. Akerstedt T. Work hours and sleepiness // Clin. Neurophysiol. – 1995. – N 25. – P. 367–375. DOI:10.1016/0987-7053(96)84910-0.
8. Сорокин Г.А. Физиолого-гигиеническое обоснование длительности смены (8 и 12 часов) при непрерывном производстве // Медицина труда и промышленная экология. - 2013. - № 8. - С. 7–12.
9. Thomas C., Power C. Shift work and risk factors for cardiovascular disease: a study at age 45 years in the 1958 British birth cohort // Eur. J. Epidemiol. – 2010. – N 25. – P. 305–314. DOI:10.1007/s10654-010-9438-4.
10. Gottlieb D.J., Punjabi N.M., Newman A.B., Resnick H.E., Redline S., Baldwin C.M. et al. Association of sleep time with diabetes mellitus and impaired glucose tolerance // Arch. Intern. Med. – 2005. – N 165. – P. 863–867. DOI:10.1001/archinte.165.8.863.
11. Puttunen S., Viitasalo K., Härmä M. The relationship between current and former shift work and the metabolic syndrome // Scand. J. Work. Environ. Health. – 2012. – N 38. – P. 343–348. DOI:10.5271/sjweh.3267.
12. Айзятупов Р.Ф. Значение факторов риска в возникновении и течении псориазической болезни / Р.Ф. Айзятупов, В.В. Юхименко // Вестник дерматологии и венерологии. - 2001. - № 1. - С. 41-43.
13. Knutsson A. Health disorders of shift workers // Occup. Med (Lond). – 2003. – N 53. – P. 103-108.
14. De Bacquer D. Rotating shift work and the metabolic syndrome: a prospective study // Int. J. Epidemiol. – 2009. – N 38 (3). – P. 848-854.
15. Гаранина О.А. Особенности организации времени жизни специалистов, работающих в режиме сменного графика // Организационная психология. - 2015. - Т. 5. - № 2. – С. 10–25.
16. Зарубина Е.Г. Роль генетической предрасположенности в развитии сердечно-сосудистой патологии у лиц молодого возраста с нарушением режима труда и отдыха / Е.Г. Зарубина, Е.В. Асеева // Фундаментальные исследования. – 2013. - № 11-1. – С. 51-55.
17. Tucker P., Folkard S., Working T. Health and Safety: a Research Synthesis Paper. – Geneva: ILO, 2012.- 60 p.
18. Аминев Т.В. Особенности циркадианных ритмов показателей кардиореспираторной системы у женщин зрелого возраста, работающих в дневную и ночную смены: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - Тюмень, 2007. - 22 с.
19. Clendon J., Walker L. Nursesagedove: 50 years and their experiences of shift work // J Nurs. Manag. – 2013. – N 21. P. 903–913. DOI:10.1111/jonm.12157.
20. Caruso C.C. Negative impacts of shift work and long work hours // Rehabil. Nurs. – 2014. – N 39. –P. 16–25. DOI:10.1002/rnj.107.
21. Carter B.D., Diver W.R., Hildebrand J.S., Patel A.V., Gapstur S.M. Circadian disruption and fatal ovarian cancer // Am. J. Prev. Med. – 2014. – N 46. – P. 34–41. DOI:10.1016/j.amepre.2013.10.032.
22. Doi Y. An epidemiologic review on occupational sleep research among Japanese workers. // Ind. Health. – 2005. – N 43. – P. 3–10.
23. Papantoniou K., Castaño-Vinyals G., Espinosa A., Aragonés N., Pérez-Gómez B., Burgos J. et al. Night shift work, chronotype and prostate cancer risk in the MCC-Spain case-control study // Int. J. Cancer. – 2015. – N 137(5). – P. 1147–1157. DOI:10.1002/ijc.29400.
24. Viswanathan AN, Hankinson SE, Schernhammer ES. Night shift work and the risk of endometrial cancer // Cancer Res. – 2007. – N 67. – P. 10618–10622. DOI:10.1158/0008-5472.CAN-07-2485.

Получено 15.11.2017

УДК 331.462

Т.И. Крекешева, В.Н. Ежов, Д.К. Набиев, Н.Б. Абдрахманова

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ТРАВМАТИЗМЕ НА ПРИМЕРЕ СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

В статье представлен сравнительный анализ форм статистической отчетности о производственном травматизме в странах Евразийского экономического союза (далее - ЕАЭС). Выделены особенности законодательно утвержденных форм, предоставляемые в государственные уполномоченные органы в странах ЕАЭС. Предлагается пересмотреть утвержденные формы статистической отчетности о производственном травматизме и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан.

Еуразиялық экономикалық одақ елдеріндегі (бұдан әрі - ЕурАзЭО) өндірістік жарақаттар туралы статистикалық есептіліктің түрлеріне салыстырмалы талдау келтірілген. ЕурАзЭО елдеріндегі мемлекеттік уәкілетті органдарға берілген, заңнамамен бекітілген түрлерінің ерекшеліктері көрсетілген. Қазақстан Республикасында өндірістік жарақаттар және кәсіптік аурулар туралы статистикалық есептіліктің бекітілген түрлерін қайта қарау ұсынылады.

The article presents a comparative analysis of the forms of statistical reporting on industrial injuries in the countries of the Eurasian Economic Union (hereinafter - the EAEU). The peculiarities of the legislatively approved forms are given to the state authorized bodies in the EEA countries. It is proposed to revise the approved forms of statistical reporting on occupational injuries and occupational diseases in the Republic of Kazakhstan.

Ключевые слова: производство, травматизм, статистика, Евразийский экономический союз.

Снижение уровня производственного травматизма является одной из основных задач сегодняшнего дня в странах ЕАЭС, в том числе в Республике Казахстан (далее - РК). В эффективном решении данной задачи важная роль принадлежит официальным статистическим данным о производственном травматизме, анализ которых дает возможность определить, насколько успешно реализуется национальная политика в области безопасности и охраны труда, выработать стратегию в зависимости от выявленных тенденций, определить приоритеты для разработки предупредительных мер при реализации программ, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве и снижение показателей производственного травматизма.

По вопросам сбора статистических данных о производственном травматизме, учета и уведомления при несчастных случаях на производстве Международной организацией труда были приняты ряд документов [1, 2]. Данные документы рекомендуют фиксировать все материалы о несчастных случаях на производстве в течение определенного периода, как правило, одного года, в результате которых работники отсутствовали на рабочем месте как минимум один день, не считая дня происшествия [3].

В РК статистическую информацию о производственном травматизме формируют государственный уполномоченный орган в области государственной статистики (Комитет по статистике Министерства национальной экономики РК) и государственный уполномоченный орган по труду (Комитет труда, социальной защиты и миграции Министерства труда и социальной защиты населения РК).

Форма статистического отчета о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях (форма № 7 ТПЗ) утверждена приказом председателя Комитета по статистике Министерства национальной экономики РК № 51 от 14 ноября 2014 года [4].

Государственная статистическая отчетность формы № 7 ТПЗ, подписанная руководителем предприятия, представляется ежегодно (25 февраля включительно, после отчетного периода). В статистический отчет о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях (форму № 7-ТПЗ) включается каждый несчастный случай, оформленный актом о несчастном случае, связанном с трудовой деятельностью, а именно данные о несчастных случаях, происшедших на производстве с рабочими, служащими, учащимися и студентами при прохождении практики или выполнения работы на предприятиях, учреждениях и организациях всех форм собственности.

Учету подлежат все травмы, профессиональные заболевания, отравления и иные отрицательные воздействия на здоровье, полученные в результате несчастного случая или иного отрицательного воздействия на здоровье в процессе исполнения трудовых обязанностей работниками, состоящими в трудовых отношениях с работодателями, по которым производилось расследование в текущем году.

В статистической форме отчетности указываются:

- фактическое месторасположение юридического лица (подразделения) (независимо от места его регистрации) – область, город, район, населенный пункт, а также наименование и код, согласно номенклатуре видов экономической деятельности (код по ОКЭД), фактически осуществляемого основного вида экономической деятельности юридического лица (подразделения);

- номер и дата акта несчастного случая (профзаболевания, отравления);
- пол и возраст пострадавшего на момент получения травмы (число полных лет);
- статус пострадавшего по классификатору занятий;
- была ли работа сменной; при сменной работе дополнительно указывается смена, в которой произошел несчастный случай;
- физическое состояние работника в момент несчастного случая по заключению судебно-медицинской экспертизы (алкогольное и наркотическое опьянение, психическое расстройство);
- код вида травмы, согласно Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10) [5];
- код пострадавшей части тела на основании Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10) [6];
- код вида профессионального заболевания;
- код видов происшествия;
- код перечня причин несчастного случая;
- код степени тяжести травмы пострадавшего;
- число календарных и рабочих дней потери трудоспособности;
- материальные последствия несчастного случая (выплачено по листку нетрудоспособности и единовременных пособий, тысяч тенге);

Статистическая отчетность предоставляется на бумажном носителе или в электронном формате. Предоставление отчета в электронном формате осуществляется посредством использования программного обеспечения, размещенного в разделе «Отчеты on-line» на интернет-ресурсе Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан (www.stat.gov.kz).

В настоящее время статистическая форма № 7 ТПЗ нуждается в пересмотре.

В Российской Федерации (далее – РФ) государственная статистическая отчетность о производственном травматизме и об их материальных последствиях формируется на основе государственного статистического наблюдения, осуществляемого Росстатом России и органами государственной статистики в субъектах РФ. Приказом Росстата России «Об

утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере здравоохранения, травматизма на производстве и естественным движением населения» [7] утверждена форма государственного статистического наблюдения № 7–травматизм «Сведения о травматизме на производстве и профессиональных заболеваниях» и приложение к форме № 7–травматизм «Сведения о распределении числа пострадавших при несчастных случаях на производстве по основным видам происшествий и причинам несчастных случаев». На основе отчетности, собираемой по форме № 7–травматизм и его приложению, публикуются сводные годовые данные о количестве производственных травм в статистическом бюллетене «Профессиональный травматизм в Российской Федерации».

Каждый несчастный случай, оформленный актом по форме Н-1, включается в статистический отчет о травматизме на производстве и профессиональных заболеваниях (форма № 7-травматизм).

Годовую (25 января включительно) статистическую форму № 7-травматизм предоставляют юридические лица всех форм собственности, за исключением микропредприятий, осуществляющие все виды экономической деятельности, кроме финансовой деятельности, обеспечения военной безопасности, социального страхования, образования, деятельности домашних хозяйств.

В форме № 7-травматизм отражаются следующие сведения:

- численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, включая пострадавших со смертельным исходом, в том числе в разрезе численность пострадавших женщин, лиц в возрасте до 18 лет и иностранных граждан;
- численность пострадавших, смерть которых наступила в отчетном году, независимо от времени происшествия несчастного случая, в том числе в разрезе численность пострадавших женщин, лиц в возрасте до 18 лет и иностранных граждан;
- число рабочих человеко-дней нетрудоспособности у пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более, временная нетрудоспособность которых закончилась в отчетном году;
- численность пострадавших, частично утративших трудоспособность и переведенных с основной работы на другую на 1 рабочий день и более в соответствии с медицинским заключением, в том числе численность женщин, частично утративших трудоспособность;
- численность лиц с впервые установленным профессиональным заболеванием в отчетном году;
- затраты на мероприятия по охране труда, в том числе затраты на улучшение условий и охраны труда на производстве, за счет всех источников финансирования;
- средняя численность работников, состоящая из работников списочного состава и совместителей, в том числе работающих женщин, состоящая из работников списочного состава и внешних совместителей (без женщин, находящихся в отпуске по беременности и родам и дополнительном отпуске по уходу за ребенком).

Вместе с тем, наряду с отчетной формой № 7-травматизм, 1 раз в 3 года юридические лица всех форм собственности, за исключением микропредприятий, осуществляющие все виды экономической деятельности, кроме финансовой деятельности, государственного управления и обеспечения военной безопасности, образования, предоставления услуг по ведению домашнего хозяйства, предоставляют приложение к годовой статистической форме № 7-травматизм.

В приложении к форме № 7-травматизм осуществляется распределение пострадавших по основным видам происшествий, приведших к несчастному случаю на производстве, и распределение пострадавших по причинам несчастных случаев.

Статистическая отчетность предоставляется на бумажном носителе или через систему Web-сбора с использованием средств криптографической защиты информации – электронно-цифровой подписи (далее - ЭЦП). Система Web-сбора позволяет заполнять отчетность в двух режимах: online и offline.

Заполнение и предоставление отчетов в режиме online удобно для тех организаций, у которых на рабочих местах должностных лиц, уполномоченных представлять статистическую информацию, имеется постоянный выход в интернет. Online-клиент позволяет осуществлять ввод, контроль и подписание отчетности ЭЦП респондента в реальном времени непосредственно на сайте Web-сбора.

Респонденты без постоянного доступа в Интернет или имеющие низкоскоростной Интернет могут использовать offline режим. Этот режим позволяет осуществлять ввод, контроль и подписание отчетности ЭЦП респондента на персональном компьютере в программе «Заполнение форм статистической отчетности» и передавать подготовленный отчет во время сеанса связи с интернет.

В Республике Беларусь государственная статистическая отчетность предоставляется по форме 1-т (травматизм) «Отчет о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве» юридическими лицами, их обособленными подразделениями, имеющими отдельный баланс (до 15 января) [8].

В отчете о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве отражаются следующие данные:

- о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, включая потерпевших со смертельным исходом, из них:

- а) женщины;
- б) лица в возрасте до 18 лет.

Данные о потерпевших, находившихся в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения:

- о численности потерпевших со смертельным исходом, смерть которых наступила в отчетном году, независимо от времени происшествия несчастного случая, из них:

- а) женщины;
- б) лица в возрасте до 18 лет.

Данные о потерпевших, находившихся в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения:

- о количестве дней нетрудоспособности потерпевших, приходящихся на рабочие дни, а также дней нетрудоспособности лиц, временная нетрудоспособность которых продлилась с конца предыдущего года и была оформлена одним листком нетрудоспособности, в том числе в разрезе численность пострадавших женщин и лиц в возрасте до 18 лет.

Статистическая отчетность предоставляется на бумажном носителе или в виде электронного документа с использованием специализированного программного обеспечения на официальном сайте Национального статистического комитета Республики Беларусь.

В Кыргызской Республике государственная статистическая отчетность предоставляется по форме № 7-ТВН «О травматизме на производстве, профессиональных заболеваниях и материальных затратах, связанных с ними» ежегодно (15-го января после отчетного периода) [9].

В форме № 7-ТВН отражаются следующие сведения:

- численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, из них женщин;

- численность пострадавших со смертельным исходом, из них женщин;

- число человеко-дней неявок по временной нетрудоспособности, связанных с травматизмом, из них по случаям происшествий в отчетном году;
- численность пострадавших с частичной утратой трудоспособности и переведенных при несчастных случаях, вызванных в соответствии с медицинским заключением на другую работу на один рабочий день и более, из них женщины;
- численность лиц с впервые установленным профессиональным заболеванием;
- затраты на мероприятия по охране труда;
- затраты по выплате сумм возмещения вреда в связи с трудовым увечьем и профзаболеванием, из них:
 - а) по временной нетрудоспособности;
 - б) возмещение утраченного заработка;
 - в) расходы по медицинской, социальной и профессиональной реабилитации;
- стоимость испорченного оборудования, инструментов, разрушенных зданий, сооружений в результате несчастного случая.

Статистическая отчетность предоставляется на бумажном носителе по почтовой связи.

В Республике Армении (далее - РА) основной формой отчета случаев производственного травматизма является форма государственной статистической отчетности 7-твр, утвержденная решением Государственного статистического совета от 12 августа 2002 г. №170-Н. Отчет о профессиональной заболеваемости представляется по форме 7 (профессиональная заболеваемость) [10].

Ежегодно, до 25 января включительно, юридическими лицами, предприятиями, частными предпринимателями отчет по форме 7-твр по производственному травматизму высылается территориальным органам статистической службы, которые подводят итоги представляемых отчетов и до 15 февраля вы寄ают статистической службе РА. Отчет по форме 7 по профзаболеваниям в статистическую службу РА высылается Медицинским социальным экспертным агентством.

Таким образом, в странах ЕАЭС статистический учет о несчастных случаях на производстве ведется на основе законодательно утвержденных форм, которые предоставляются в государственные уполномоченные органы. В некоторых странах могут исключаться несчастные случаи индивидуальных предпринимателей и случаи, произошедшие на предприятиях малого бизнеса, в связи с тем, что эти категории больше заинтересованы в выплате компенсаций, чем в учете травматизма.

Применяемые в настоящее время формы статистической отчетности о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний в Республике Казахстан нуждаются в пересмотре.

Список литературы

1. Охрана труда в цифрах и фактах. Направления совершенствования глобальной культуры охраны труда // [Сайт «МОТ»]. – Режим доступа: <http://www.ilo.org>.
1. Resolution and Conclusions on labour administration and labour inspection // [Site «ILO»] - Access mode: <http://www.ilo.org>.
2. Учет и уведомление при несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях. - Женева: МОТ, 1996. – 59 с.
3. Приказ председателя Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 14 ноября 2014 года № 51 «Об утверждении статистических форм общегосударственных статистических наблюдений по статистике здравоохранения и инструкций по их заполнению» (форма 7-ТПЗ) // [Информационно-справочная система «Әділет»]. – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz>.
4. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 19 октября 2009 года № 543 «Об утверждении инструкции по применению Международной статистической классифика-

- ции болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра в информационных системах здравоохранения Республики Казахстан» // [Сайт «Параграф»]. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>.
5. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. Десятый пересмотр. – Женева: ВОЗ, 1995. – Т 1. – 698 с.
 6. Приказ Росстата от 19.06.2013 N 216 (ред. от 03.06.2016, с изм. от 21.06.2017) «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере здравоохранения, травматизмом на производстве и естественным движением населения» // [Сайт «КонсультантПлюс»]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
 7. Постановление национального статистического комитета Республики Беларусь 13 июня 2016 года № 64 форма государственной статистической отчетности 1-т (травматизм) «Отчет о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве» // [Сайт «Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь»]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>.
 8. Постановление Нацстаткома Кыргызской Республики от 7 июня 2016 года № 10 форма № 7-ТВН «О травматизме на производстве, профессиональных заболеваниях и материальных затратах, связанных с ними» // [Сайт «Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики»]. – Режим доступа: <http://cbd.minjust.gov.kg>.
 9. Форма государственной статистической отчетности 7-твр, утвержденная решением Государственного статистического совета от 12 августа 2002 г. № 170-Н // [Сайт «Национальная статистическая служба Республики Армения»]. – Режим доступа: <http://www.armstat.am>.

Получено 15.11.2017

УДК 504.064

В.В. Литвинов, Г.К. Даумова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье представлены статистические данные по динамике выбросов диоксида углерода от основного производства АО «Алюминий Казахстана» (г. Павлодар). Проведен расчёт порога чувствительности системы мониторинга выбросов парниковых газов этого предприятия. Даны рекомендации относительно частоты отбора проб для химического анализа, для снижения неопределённости и повышения достоверности результатов мониторинга парниковых газов.

Мақалада «Қазақстан Алюминий» АҚ (Павлодар қ.) негізгі өндірісінен көміртегі диоксиді шығарындыларының динамикасы бойынша статистикалық мәліметтер келтірілген. Бұл кәсіпорынның парниктік газдары шығарындыларының мониторинг жүйесінің сезгіштік шегінің есебі жүргізілген. Химиялық талдау үшін сынамаларды іріктеу жиілігіне, белгісіздікті төмендету және парниктік газдар шығарындыларының мониторингі нәтижелерінің сенімділігін арттыру үшін ұсыныстар жасалған.

The article contains statistical data of dynamic emissions of carbon dioxide from the main production of JSC «Aluminum of Kazakhstan» (с. Pavlodar). The threshold of sensitivity of the monitoring system for greenhouse gas emissions of this plant was calculated. Recommendations was propose about the frequency of sampling for chemical analysis to reduce uncertainty and increase the reliability of monitoring results for greenhouse gases.

Ключевые слова: парниковые газы, диоксид углерода, мониторинг выбросов, неопределенность выбросов, алюминиевая промышленность.

Проблема менеджмента выбросов парниковых газов является важнейшей среди других экологических аспектов работы предприятий металлургии по следующим причинам:

– Казахстан принял на себя количественные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, на законодательном уровне была создана система квотирования выбросов парниковых газов, которая предполагает установление численных значений снижения выбросов парниковых газов, в том числе для каждого конкретного предприятия металлургической отрасли;

– интегрируясь в мировое экономическое пространство, металлургические предприятия Казахстана вынуждены учитывать мировые тренды и тенденции для поддержания конкурентоспособности и привлечения инвестиций, поэтому выбросам парниковых газов при производстве продукции уделяется особое внимание;

– в международных соглашениях по борьбе с глобальным потеплением имеются экономические возможности привлечения инвестиций на модернизацию, техническое перевооружение и снижение ресурсопотребления, связанные с эмиссиями парниковых газов.

Можно утверждать, что реализация шанса использования металлургической отрасли в качестве одной из базовых для индустриально-инновационного развития Казахстана зависит, в том числе, от эффективной системы управления выбросами парниковых газов на металлургических предприятиях. Так как для решения проблем выбросов парниковых газов используется прежде всего механизмы экономического стимулирования, очевидно, что инструменты мониторинга и аудита не только можно, но и нужно задействовать в системе экологического управления промышленным предприятием.

Согласно законодательству Республики Казахстан, мониторинг парниковых газов и озоноразрушающих веществ относится к специальным видам мониторинга. В статье 143 Экологического кодекса РК понятие мониторинга парниковых газов и потребления озоноразрушающих веществ определено как «система наблюдений и учета выбросов парниковых газов в атмосферу и потребления озоноразрушающих веществ и их источников» [1]. Однако цели и задачи этого вида мониторинга пока не определены. Более того, в Правила мониторинга и контроля инвентаризации парниковых газов (утв. приказом Министра энергетики РК от 19 марта 2015 года № 221) имеется иное определение мониторинга выбросов парниковых газов – «непрерывная или периодическая оценка объемов выбросов и удаления парниковых газов или сопутствующих данных по парниковым газам». Таким образом, проблематика однозначности понятий мониторинга ещё требует к себе внимания, поэтому предлагается под мониторингом выбросов парниковых газов понимать часть процесса производственного экологического мониторинга, охватывающую аспекты непрерывных или периодических наблюдений за эмиссиями парниковых газов оценки их количества.

Нами представлены результаты исследований вопроса неопределённости данных, возникающих при проведении мониторинга выбросов парниковых газов АО «Алюминий Казахстана». В качестве исходных данных использованы сведения из Национального кадастра выбросов парниковых газов, бюллетени Агентства РК по статистике, данные АО «Алюминий Казахстана».

Акционерное общество «Алюминий Казахстана» является подразделением Евразийской группы и единственным в стране предприятием, выпускающим глинозем. Глинозёмное производство сосредоточено на Павлодарском алюминиевом заводе (ПАЗ), расположенном в промышленной зоне города Павлодара. В состав алюминиевого завода помимо основного производства входит также ТЭЦ, являющаяся источником энерго- и теплоснабжения предприятия. Производство глинозёма осуществляется по последовательной схеме Байер-спекание.

Система мониторинга выбросов парниковых газов основывается на данных измерений количества материалов, поступающих в технологический процесс, и теоретическом расчёте выбросов парниковых газов, основанных на стехиометрических уравнениях, характеризующих технологические процессы производства глинозёма. Основными технологическими процессами, для которых ведётся расчёт выбросов парниковых газов, являются сжигание, обжиг глинозёма и кальцинация. Динамика выбросов парниковых газов ПАЗ по данным отчётности предприятия (без учёта выбросов ТЭЦ) за 2013-2016 г. представлена на рис. 1.

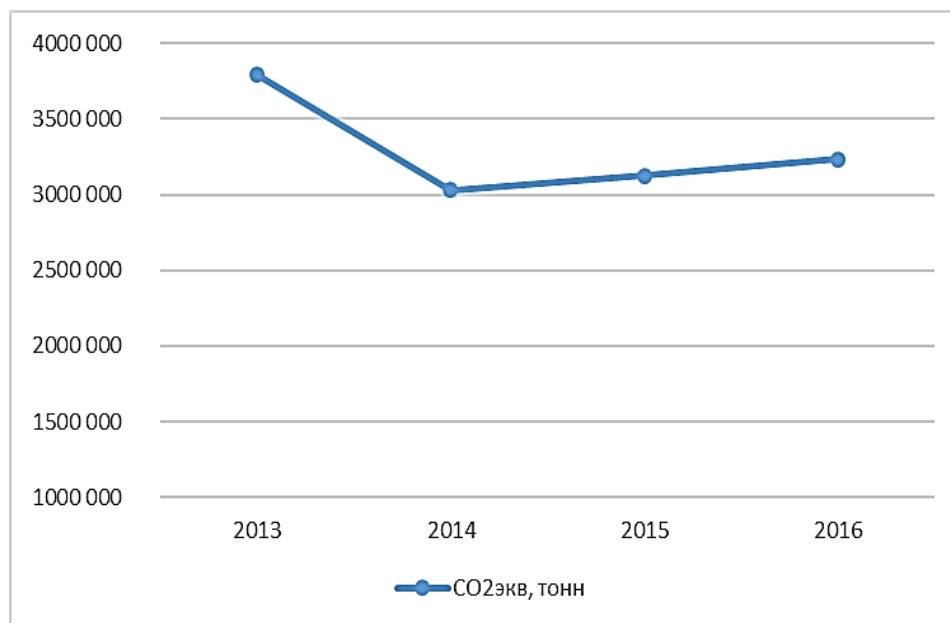


Рисунок 1 - Выбросы парниковых газов от печей спекания и кальцинации

Образование парниковых газов происходит при сгорании органического топлива (мазут, уголь, антрацит, кокс), а также в результате разложения известняка, кальцинированной соды и боксита, используемых в технологическом процессе.

Определение порога чувствительности для системы мониторинга выбросов парниковых газов ПАЗ было произведено по следующей формуле [2]:

$$ПЧ = K_{i,s} \cdot \text{Уровень существенности}_{A-B,B},$$

где ПЧ - порог чувствительности, показатель возможного существенного влияния несоответствия отдельного параметра мониторинга или совокупности таких параметров на общий уровень существенности; $K_{i,s}$ - коэффициенты для отдельного элемента управления данными ($K_i=0,2$) и для системы управления данными в целом ($K_s=0,5$) соответственно; уровень существенности $A-B,B$ - максимальное количественное выражение допустимого влияния несоответствия либо совокупности всех несоответствий на достоверность действительного значения валовых выбросов CO_2 установки. В нашем случае принимается равным 2%, как для установок категории В (выбросы более 500 тыс. т);

Результаты расчётов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчёт порога чувствительности для системы мониторинга выбросов парниковых газов ПАЗ

Показатель	2013	2014	2015	2016
Общий объем выбросов парниковых газов по всем установкам в CO ₂ экв	3 792 639	3 031 622	3 125 001	3 235 770
Уровень существенности, т CO ₂ экв	75 853	60 632	62 500	64 715
Порог чувствительности для отдельного элемента системы управления данными, т	15 171	12 126	12 500	12 943
Порог чувствительности для отдельного элемента системы управления данными (% от общих выбросов)	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Порог чувствительности для системы управления данными, т	37 926	30 316	31 250	32 358
Порог чувствительности для системы управления данными (% от общих выбросов)	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%

Из приведённой таблицы видно, что для обеспечения надлежащего качества данных мониторинга относительная погрешность результатов измерений каждого отдельного потока не должна превышать 0,4%, а абсолютная погрешность всей системы не превышать 38 000 т.

Частота аналитического контроля материального потока для определения коэффициентов выбросов также имеет значение для снижения неопределённости и повышения достоверности результатов мониторинга парниковых газов.

В табл. 2 представлено рекомендуемое для ПАЗ количество проб для определения коэффициентов выбросов, полученное согласно данным о расходах материалов и рекомендаций [2].

Таблица 2

Рекомендуемая частота анализов для определения коэффициентов выбросов парниковых газов ПАЗ

Материал/ топливо	Требование к частоте анализов	Рекомендуемая частота анализов для ПАЗ
Мазут	Каждые 20 000 т и по крайней мере шесть раз в год	8
Уголь	Каждые 20 000 т и по крайней мере шесть раз в год	36
Антрацит		6
Кокс		6
CaCO ₃	Каждые 50 000 т и по крайней мере четыре раза в год	34
Na ₂ CO ₃		8
Боксит	Количество материала, соответствующего выбросам 50 000 т CO ₂ и по крайней мере четыре раза в год	4

Помимо контроля материальных потоков входящих материалов, объём выбросов диоксида углерода можно проводить методом прямых измерений, так как практически все выбросы парниковых газов осуществляются через организованные источники. Для целей

экологического мониторинга заводская лаборатория ПАЗ оснащена газоанализаторами ДАГ-510-МВ, которые не оснащены функцией прямого измерения CO_2 , а вычисляют его, исходя из содержания кислорода и угарного газа с относительной погрешностью 5%, что не удовлетворяет обозначенному выше требованию порога чувствительности отдельного элемента системы.

Таким образом, достоверность получаемых данных является неперенным условием при построении системы мониторинга выбросов парниковых газов на предприятии. Проблема снижения неопределённости в оценки эмиссий диоксида углерода может быть решена как с помощью статистических методов (увеличение частоты выборки, нахождение порога чувствительности, использование метода Монте-Карло), так и теоретически, с помощью прямых измерений на источнике. Однако и в последнем случае следует обращать внимание на погрешность применяемых средств измерения.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Казахстан от 1 августа 2014 года № 874 «Об утверждении Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы и о внесении дополнения в Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 957 «Об утверждении Перечня государственных программ» [Электронный ресурс].
2. Методические рекомендации по расчету уровня существенности и суммарной неопределенности количественной оценки при расчете валовых выбросов диоксида углерода. – Астана, 2013.

Получено 15.11.2017

по страницам



ЛЕТАЮЩАЯ РУКА

Во Франции создан прототип однорукого летающего робота, способного инспектировать высотные технические сооружения и в случае необходимости проводить их мелкий ремонт. Летающая рука также может нести датчики для поиска мест коррозии внутри трубопроводов или выявления трещин в трубах, проложенных в труднодоступных местах. Присев на трубу, дрон прикладывает к ней ультразвуковой датчик, просвечивает стенку трубы и передает картинку в центр управления.

«Наука и жизнь» № 12, 2017



УДК 05.00.00

А.М. Кожанова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ НЕФТИ

В статье рассматриваются научно-практические аспекты применения системно-динамического подхода в управлении инвестиционной деятельностью нефтяной компании. Построена структурная модель нефтяной компании, которая позволяет количественно оценивать уровень ее экономического роста, его изменчивость и стабильность, а также совершенствовать процедуры выбора и обоснования мероприятий по повышению его уровня. Модель включает следующие подсистемы: разведка и поиск, добыча, транспортировка нефти. Модель предназначена для разработки системы оптимизации портфеля инвестиции нефтегазовой компании.

Мақалада мұнайгаз компаниясының инвестициялық қаржысын басқарудың жүйелі-динамикалық әдісінің ғылыми-практикалық аспектілері қарастырылады. Құрылған үлгі мұнайгаз компаниясының экономикалық өсуін, өзгеруін және тұрақтылығын, оның деңгейін арттыру жөніндегі іс-шаралар тәртібін жақсартуға мүмкіндік береді. Үлгі келесі ішкі жүйелерден тұрады: барлау және мұнайды іздеу, мұнайды өндіру, тасымалдау. Үлгі мұнайгаз компаниясының портфельді инвестициясын оңтайландыру жүйесін өңдеуге арналған.

This article presents scientifically practical aspects of systemically dynamic approach appliance in the investment activity management of oil company. The structural model of oil company allows computing the level of its economic growth, its inconsistency and stability. And it allows developing election procedures and grounding activities on its level increase. The model has subsystems : oil prospecting and oil finding, oil extraction, repair works, oil transportation. The model is meant for system development optimization of investment portfolio of the oil and gas company.

Ключевые слова: системная динамика, портфельная инвестиция, нефтяная компания, разведка и добыча нефти, транспортировка нефти, системно-динамический подход.

На сегодняшний день нефтегазовая отрасль является основной и наиболее динамично развивающейся отраслью экономики Республики Казахстан. Особую роль в этой отрасли играют инвестиции. С позиций требований рынка в состав инвестиций включают: денежные средства и их эквиваленты; остаточную стоимость имущества; стоимость права использования земли; имущественные права, которые могут быть оценены денежным эквивалентом и т.п.

Классификация инвестиций по цели инвестирования подразделяет их на прямые и портфельные. В общем случае под *инвестиционным портфелем* понимают совокупность нескольких инвестиционных объектов, управляемую как единое целое. Портфель может одновременно включать в себя и реальные средства (землю, недвижимость, станки, оборудование и т.п.), и финансовые активы (ценные бумаги, паи, валюту и др.), и нематериальные ценности (права на интеллектуальную собственность, научно-технические разработки), и нефинансовые средства (драгоценные камни, предметы коллекционирования) [1].

Инвестиционная деятельность нефтяной компании затрагивает следующие сегменты: геологоразведка и нефтедобыча, нефтепереработка и сбыт [2]. Эти сегменты в дальнейшем составят основу инвестиционного портфеля нефтяной компании. Ключевыми проблемами управления портфелем инвестиционных проектов нефтяной компании являются: сложность учета взаимовлияния ключевых показателей деятельности нефтяной компа-

ний, необходимость одновременного рассмотрения проектов по всем бизнес-сегментам, необходимость принятия во внимание инфраструктурных особенностей нефтяной компании (транспортной и сбытовой систем) и др.

Принятие решений при формировании инвестиционного портфеля требует принимать во внимание большое число различных факторов, влияющих на динамику стоимости нефтяной компании. В этом случае большую помощь окажет имитационная модель, основой которой является системная динамика.

Согласно автору Акопову А.С. [3], «системная динамика – это метод имитационного моделирования, основанный на представлении системы на высоком уровне абстракции как совокупности потоков, накопителей, вспомогательных переменных и субмоделей со своими элементами». С математической точки зрения модель системной динамики описывается системой балансовых дифференциальных уравнений первого порядка Коши. В рамках работы представлена модель, затрагивающая всю основную деятельность нефтяной компании.

Анализ последних исследований и публикаций. Впервые системно-динамический подход был предложен в работе Дж. Форрестером в 50-х годах прошлого века для моделирования деятельности сложных производственных систем, характеризующихся наличием обратных связей [4]. Этот подход получил своё дальнейшее развитие в работах западных ученых Сobotка А., Риддалса С.Е., Беннета С. [5-6]. В статье Саеда К. обсуждается подход Форрестера к решению экономических проблем, автор требует переосмысления экономической практики [7].

В работе Кодуа К.А., Вестона Р.Х. [8] показаны методы моделирования системной динамики в iThink с использованием причинно-следственных связей. В статье Юсуфа З., Ван Юсуфа У.Ф., Мааруфа Ф. [9] исследования чувствительности в экстремальных условиях были проведены на разработанной системно-динамической модели, чтобы обеспечить надежность, достоверность причинно-следственных связей.

В работе Стермана Ж.Д. [10] описано, как успешно принимать системную динамику для решения деловых и организационных проблем. В работе Уэхара Т., Нагасе Ю. и Вейкланда В. [11] представлена мультисекторная модель динамики населения с ограниченными ресурсами, включающая ключевые понятия из области рыночной экономики и цен. В статье Милоша М., Кожановой А. [12] представлена методика динамических моделей построения технико-экономических систем с использованием метода системной динамики.

Системно-динамическому подходу в управлении инвестиционной деятельностью нефтяной компании были посвящены статьи Акопова А.С. [2], Тонких А.С. и Остальцева А.С. Авторы [13-14] создали модель экономического роста предприятия нефтяной промышленности, построенную на основе принципов *динамической соподчиненности* и *динамической сопоставимости* показателей.

По результатам анализа работ можно отметить, что системная динамика не использовалась для формирования инвестиционного портфеля.

Системно-динамическое моделирование сложных экономико-технических систем.

Моделирование инвестиционных процессов возможно с помощью системно-динамического моделирования (Форрестер Дж., Мировая динамика, 1961).

В условиях высокой стоимости управленческих решений характерным для нефтяной компании инструментарием для разработки системы оптимизации портфеля инвестиций нефтегазовой компании было выбрано имитационное моделирование, одним из направлений которого является системная динамика. Метод системной динамики использует специфический аппарат, позволяющий отразить причинно-следственные связи между элементами системы и их динамикой.

Отметим также успехи, связанные с разработкой информационных систем динамического моделирования, в частности известных программных продуктов AnyLogic, Powersim и VisSim, поддерживающих концепцию системной динамики [15, 16].

Программа AnyLogic обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей. Очень упрощенно основную концепцию использования этой системы моделирования можно представить через описание правил поведения отдельных активностей в удобном графическом виде. Модель состоит из активных объектов (которые реагируют на события своей среды, а также предпринимают определенные действия, не дожидаясь прямого обращения к себе), имеющих каждый свои правила поведения и взаимодействующих через явно определенные интерфейсы.

Powersim предназначен для построения непрерывных и частично дискретных моделей. Основная цель языка Powersim заключается в построении описания или математической модели воображаемой или реальной системы. Любая модель состоит из множества взаимосвязанных элементов, описываемых переменными. Элементы модели и связи между ними определяют структуру модели. Говорят, что модель построена, если определены все переменные и связи между ними, т.е. если задана структура модели. Пакет Powersim является средством создания непрерывных моделей. Powersim подходит пользователям, которым требуется построение непрерывных моделей и которые хотят изучить довольно сложную систему обозначений Systems Dynamics.

Общая схема разработки системно-динамической модели будет иметь вид, представленной на рис. 1, где в описании объекта указывается процесс развития инвестиционной деятельности нефтяной компании. Далее в модели структуры для каждой подсистемы нефтяной компании определяются целевые результаты, тем самым мы получаем более сложную, но совершенную систему, способную на детальном и комплексном уровнях адекватно реагировать на изменения условий функционирования объектов управления.

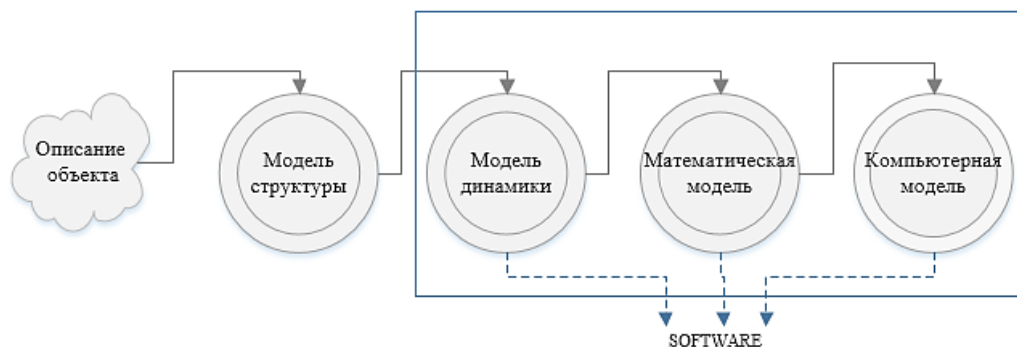


Рисунок 1 - Общая схема разработки модели предприятия

Затем в программе Anylogic реализуется модель динамики для каждой подсистемы нефтяной компании. Если в работе предполагается формирование инвестиционного портфеля, то используется математическая модель для расчета портфельной инвестиции нефтяной компании. А в компьютерной модели используем инструмент Anylogic объектно-ориентированного моделирования с интерфейсом визуального программирования.

Системно-динамическая модель нефтяной компании.

Структурная модель. Основными видами деятельности типичной нефтегазовой компании являются:

- поиск и разведка месторождений углеводородов;

- добыча нефти, газа, газового конденсата;
- ремонтные работы;
- транспортировка нефти, газа и продуктов на территории Казахстана и за ее пределами.

Основу портфеля нефтяной компании составляют инвестиции в соответствующий вид деятельности (рис. 2).



Рисунок 2 - Структурная модель нефтяной компании и ее инвестиционного портфеля

В предлагаемой модели в качестве основных переменных взяты:

- затраты на разведанные запасы ресурсов, характеризующих подсистему поиска и разведки меторождения;
- транспортная логистика, отражающая процесс транспортировки нефти;
- эксплуатация и модернизация нефтегазопромыслового оборудования как характеристика текущего и капитального ремонтов;
- добыча нефти как основа получения прибыли нефтяной компании.

Рассмотрим формирование каждой переменной более подробно.

Подсистема поиска и разведки нефти. В основу модели подсистемы поиска и разведки меторождения положено уравнение, отражающее затраты на разведанные запасы ресурсов. При этом будем полагать, что оценка месторождения характеризуется удельным капиталовложением. Удельные капиталовложения на каждый год разработки месторождения - это отношение накопленных вложений к годовой добычи нефти. Согласно Желтову Ю.П. [17], это «затраты труда и материальных ресурсов в денежном выражении на создание основных фондов предприятия, т.е. затраты на бурение скважин, строительство объектов промыслового транспорта нефти, сепарацию углеводородов, обессоливание и деэмульсию добываемой продукции, очистку технологической воды и ее утилизацию и т.д.».

В математическом выражении уравнение будет иметь следующий вид:

$$\frac{dR}{dt} = \frac{K_v}{V} - S_m, \quad (1)$$

где R - затраты на разведанные запасы ресурсов; K_v - капитальные вложения, тыс. тг.; V - объем разведки, тыс. барр/в день; S_m - затраты на консервацию малодобетных месторождений, тыс. тг.

Представим K_v как

$$K_v = \sum_{i=1}^n a_i S_i n_i, \quad (2)$$

где a_i - коэффициент пропорциональной стоимости основных фондов и стоимости скважин i -го месторождения ($i=1; n$); S_i - стоимость одной скважины i -го месторождения, тыс. тг.; n - количество скважин i -го месторождения.

При этом объемы добычи зависят от типа добычи:

$$V = K_r \sum_{i=1}^n V_i, \quad (3)$$

где K_r (от 0 до 1) - коэффициент, характеризующий сложность добычи углеводородов (тип добычи, чем ближе к 1, тем сложнее); V_i - объем добычи i -го месторождения, тыс. барр/в день.

Таким образом, общий вид будет следующим:

$$\frac{dR}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i S_i n_i}{K_r \sum_{i=1}^n V_i} - S_m. \quad (4)$$

Список литературы

1. Аскинадзи В.М. Портфельные инвестиции / В.М. Аскинадзи, В.Ф. Максимова // Московская финансово-промышленная академия. - М. - 2005. - С. 62.
2. Акопов А.С. Системно-динамический подход в управлении инвестиционной деятельностью нефтяной компании. - М.: ЦЭМИ РАН, 2006. - С. 153-188.
3. Акопов А.С. Проблемы управления субъектом ТЭК в современных условиях. - М.: ЦЭМИ РАН, 2004. - 246 с.
4. Форрестер Ж.В. «Industrial dynamics», Productivity Press, Portland Oregon, 1961.
5. Риддалс С.Е., Беннет С. Modeling the dynamics of supply chains, International Journal of Systems Science; Август 2000.
6. Сobotka А. Simulation modeling for logistics reengineering in the construction industry, Управление строительством и экономика. - Март 2000.
7. Саед К. Jay Forrester's operational approach to economics. Системная динамика. Обзор (Wiley), 2014. - Т. 30 (4). - С. 233-261.
8. Агияпонг-Кодуа К. Systems approach to modelling cost and value dynamics in manufacturing enterprises / К. Агияпонг-Кодуа, Р.Н. Вестон // Международный журнал по производственному исследованию. - 2011. - Вып. 49(8). - С. 2143-2167.
9. Юсуф З. Causality analysis in business performance measurement system using System Dynamics methodology / З. Юсуф, В.Ф. Юсуф, Ф. Маруф // AIP Tr. конференции. - 2014. - Т. 1605. - С. 1201-1206.
10. Стерман Ж.Д. Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world MIT Слоан школа управления, 2002, Кембридж - 29 с.
11. Милош М., Кожанова А. Building dynamic models of technical - economic systems using Causal Diagrams // Труды INTED2016: X Междунар. конф. по образованию и технологии, 7-9 марта 2016. - Валенсия, Испания. - С. 6152-6160.
12. Уехара Т. Integrating Economics and System Dynamics Approaches for Modelling an Ecological-Economic System. Системное исследование / Т. Уехара, И. Нагаси, В. Вейкланд. - Вып. 33(4). - 2016. - С. 515-531.
13. Тонких А.С. Построение модели экономического роста предприятия нефтяной промышленности / А.С. Тонких, А.С. Остальцев. - Екатеринбург-Ижевск: ИЭ УрО РАН, 2012. - 44 с.
14. Тонких А.С. Economic growth assessment of the largest russian companies of oil industry / А.С. Тонких, А.С. Остальцев // Нефтяное хозяйство – Нефтяная промышленность. - Т. 2. - 2014. - С. 86-89.
15. Осоргин А.Е. AnyLogic 6: Лабораторный практикум. - Самара, 2012. - С. 110.
16. Сидоренко В.Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справ. по интерфейсу и функциям. - М.: МАКС-ПРЕСС, 2001. - 159 с.

Получено 15.11.2017



УДК 624.132.3

А.С. Кадыров, Н.Е. Амангелдиев, Ж.Ж. Жунусбекова

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ГРУНТА
ФРЕЗЕРНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

В статье приведена математическая модель процесса резания грунта фрезерным рабочим органом большого диаметра. Определены зависимости, учитывающие физико-механические свойства грунтов и геометрические размеры фрезерного рабочего органа.

Бұл мақалада үлкен диаметрлі фрезерлі жұмыс тетігімен грунтты кесу үрдісінің математикалық моделі келтірілген. Грунттардың физикалық-механикалық қасиеттерін және фрезерлі жұмыс тетігінің геометриялық өлшемдерін ескеретін тәуелділіктер анықталды.

The article presents a mathematical model of the process of cutting soil working milling of large-diameter bodies. The dependence, taking into account the physical and mechanical properties of soils and the geometric dimensions of the milling working body.

Ключевые слова: резание грунта, фреза, анализ резания, математическая модель, параметры нагружения.

Как показал анализ машин и оборудования, для проходки узких и глубоких траншей в основном используют баровые машины [1]. Однако эти машины конструктивно не могут обеспечить большую глубину резания и реализацию значительного усилия на резцах. Анализ свойств мерзлых, прочных грунтов и машин для их разработки [2] позволил определить основные принципы, которые необходимо заложить в конструкцию создаваемого оборудования:

1. Инструмент - дисковая фреза - является жестким рабочим органом (далее РО), поэтому у нее отсутствуют потери энергии при передаче усилия резания (в отличие от цепи бара).

2. Передача крутящего момента через цевочное зацепление на реборде диска фрезы. Это позволяет разрушать грунт не только нижней половиной окружности фрезы, но и значительно увеличить глубину щели, так как передача крутящего момента осуществляется в верхней части фрезы, и весь инструмент погружается в грунт.

3. Базовая машина - колесный или гусеничный трактор.

4. Дисковая фреза - навесное оборудование.

Остальные принципы обуславливаются условиями экономической целесообразности.

Разработка такого РО сдерживается отсутствием инженерной методики расчета. Для ее разработки необходимо установление сил сопротивления разрушению грунта и зависимостей, взаимосвязывающих режим работы и конструкцию РО.

Дисковая фреза, представляющая рабочий орган щелереза (рис. 1), находится под действием крутящего момента $M_{кр}$, силы вдавливания $Q_{вд}$, тягового усилия $Q_{т}$. Силы сопротивления определяются нормальной и касательной силами резания $Q_{вт}$ и P_{01} . При этом, в связи с тем, что крутящий момент передается через цевочное зацепление, расстояние от точки приложения крутящего момента до i -го резца переменное.

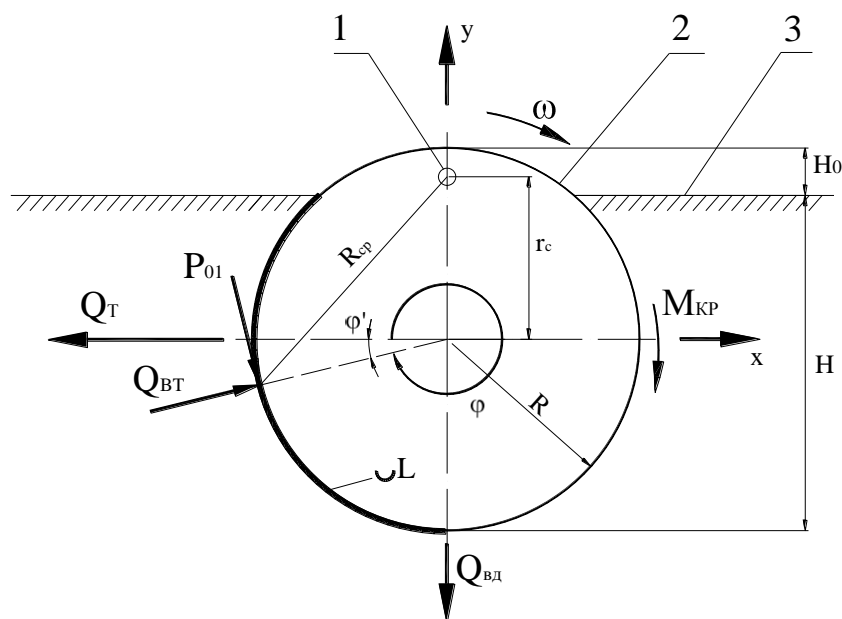


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на РО:
1 – точка подвески фрезы; 2 – фреза; 3 – грунт

Резание грунта дисковой фрезой характеризуется следующими особенностями: движение резца по окружности; замкнутый объем призабойной зоны; непостоянство контакта резца с забоем; наличие в призабойной зоне массы волочения грунта, оказывающей дополнительное сопротивление. Исходя из этого и используя закономерности резания грунтов, представим усредненную по силам сопротивления и расстоянию от оси вращения модель резца [3].

В первую очередь рассмотрена работа резцов. При этом учтено, что при резании резцы располагаются так, чтобы первый резал правую стенку щели, шириной $S_{щ}$, второй – левую, а третий – забой (рис. 2). На каждый из резцов действуют силы сопротивления резанию по лобовой грани резца $P_{св}$, силы сопротивления резанию на площадке износа $P_{изн}$, вес срезанной стружки P_t и масса волочения грунта. На крайние резцы по внешним граням действуют силы сопротивления срезу по боковым граням резца $P_{бок}$ и сопротивления срезу за счет расширения прорези $P_{бок.ср.}$. Сопротивление массы волочения срезанного грунта определяется силой P_t .

Поскольку каждый из трех резцов, расположенных рядом друг с другом, испытывает разное нагружение, все силы приведены к одному усредненному резцу. Усредненный резец представляет собой обобщенную модель резца. Общая сила резания на РО является произведением усилия на единичном резце и числа резцов, участвующих в разрушении грунта.

Усредненный резец находится на расстоянии $R_{ср}$ от точки передачи нагрузки, его положение определяется углом φ^I (рис. 1), ему соответствует средняя толщина срезанной стружки $h_{ср}$. К резцу приложены активные силы, определяемые воздействием усилия подачи $Q_{вд}$, тягового усилия Q_T и крутящего момента $M_{кр}$. На резец с углом резания δ , задним углом γ , шириной b и площадкой износа с шириной a действуют обобщенная реакция сопротивления грунта резанию, равная утроенной величине $P_{св}$, утроенной величине $P_{изн}$ и удвоенным величинам $P_{бок}$ и $P_{бок.ср}$ (рис. 2).

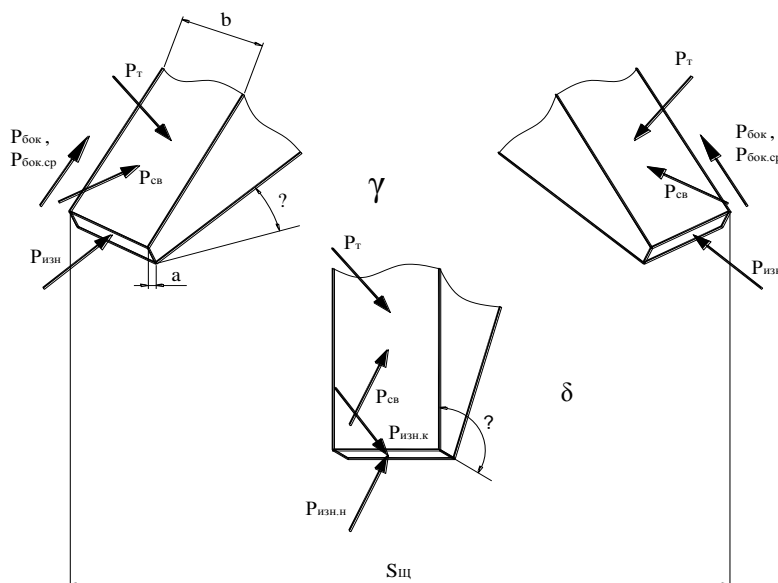


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на резцы РО

Резание резцами РО происходит по дуге L (рис.1). Средняя толщина срезаемой стружки равна:

$$h(\varphi) \approx h_1 \left(\cos \varphi + \frac{1}{2\lambda_1 \sin^2 \varphi'} \right), \quad (1)$$

где φ' – фиксированный угол, определяющий положение усредненного резца; h_1 – шаг выдвигания сферы; λ_1 – отношение шага выдвигания фрезы к радиусу фрезы.

Спроектировав все силы на ось Y , перпендикулярную поверхности забоя, и определив момент относительно центра вращения, составляется следующая система уравнений:

$$\begin{cases} Q_{ВД} = A \cdot h_{ср} \\ M_{КР} = B \cdot R_{np} \cdot h_{ср} \end{cases}, \quad (2)$$

где A , B – удельные силы сопротивления грунта разрушению, соответственно при заглублении и вращении фрезы определяющие усилие подачи и крутящий момент, необходимые для разрушения слоя грунта по дуге L толщиной h , зависящие от физико-механических свойств грунта и конструкции инструмента; R_{np} – приведенный радиус передачи окружного усилия резания через цевочное зацепление, зависящий от геометрических и кинематических параметров цевочного зацепления и фрезы.

Значения удельных сил линейно возрастают при увеличении ширины резца и ширины площадки износа.

Для более точного анализа влияния угла резания на процесс разрушения грунта введен параметр c , равный отношению усилия подачи к касательной силе резания:

$$c = \frac{Q_{ВД} \cdot R_{np}}{M_{КР}} = \frac{A}{B}, \text{ причем справедливо } c < \operatorname{tg} \delta_{\min}. \quad (3)$$

Величина c является тангенсом угла наклона, под которым к лобовой грани резца приложена суммарная сила резания. Параметр c при установившемся режиме не должен пре-

вышать угол резания, так как в противном случае сила будет направлена на площадку износа.

Масса волочения грунта, образуемая в призабойной зоне, препятствует разрушению грунта, увеличивая момент сопротивления резанию. Определяется нагружение со стороны массы волочения на рабочий орган:

$$P_{MB} = p_{mv} \cdot h_{cp}; \quad p_{mv} = S_{uc} \cdot \gamma \cdot (\pi R - L_{cv}), \quad (4)$$

$$F_T = j \cdot h_{cp}; \quad j = p_{mv} \cdot k_{nd} \cdot f_1, \quad (5)$$

где P_{MB} – сила веса массы волочения; F_T – сила трения массы волочения о забой; k_{nd} – коэффициент передачи давления от массы волочения на забой; f_1 – коэффициент внешнего трения грунта о сталь.

Профессором Ветровым Ю.А. установлено, что при увеличении скорости резания возникает дополнительная сила резания ΔP , пропорциональная ее квадрату. С другой стороны, при увеличении угловой скорости уменьшается толщина стружки и, следовательно, сила резания. Значение $M_{кр}$ выражается через удельную силу U и учитывая ΔP , примет вид:

$$M_{кр} = \frac{2\pi \cdot B \cdot V \cdot R_{np}}{\omega} + U \cdot \omega^2 \cdot R_{np}. \quad (6)$$

Две противоречивые тенденции влияния угловой скорости на крутящий момент определяют наличие экстремума, что позволяет определить значение угловой скорости ω , при котором для разрушения грунта необходим наименьший крутящий момент:

$$\omega = \sqrt{\frac{B \cdot h_{cp}}{2U}}. \quad (7)$$

Физический смысл коэффициента U заключается в том, что он учитывает изменение сопротивления резанию в зависимости от геометрии площадки среза и плотности среды. Аналогичный метод определения сопротивления движению применяется в аэродинамике и гидродинамике для определения сопротивления движению тел в жидкой или газообразной среде.

В результате разработана математическая модель движения рабочего органа (рис. 3).

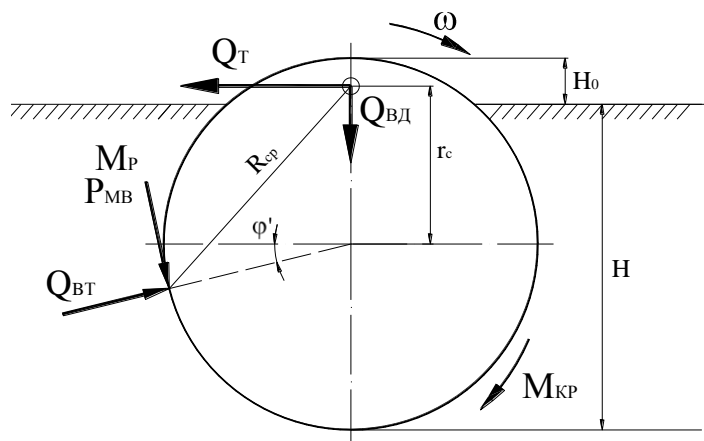


Рисунок 3 – Расчетная схема для установившегося движения РО

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{ВД} = A \cdot h_{cp} - h_{cp} \cdot (p_{мв} + j_{мв}) \cdot \cos \varphi' - mg, \\ Q_T = A \cdot h_{cp} \cdot \sin \varphi' + B \cdot h_{cp} \cdot \sin \varphi' - j_{мв} \cdot h_{cp} \cdot \sin \varphi', \\ M_{кр} = B \cdot h_{cp} \cdot R_{np} + p_{мв} \cdot h_{cp} \cdot R_{np} + j_{мв} \cdot h_{cp} \cdot R_{np}, \\ V_T = \frac{h_{cp} \cdot \sin \varphi' \cdot \omega}{2\pi}, \\ V_{II} = 0, \\ \omega = \omega_{онм}. \end{array} \right. \quad (8)$$

Аналитическими методами установлена зависимость:

$$h_{онм} = \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}}, \quad \alpha_1 = \frac{(A + B - j_{мв}) \cdot \sin \varphi'}{S_{щ} \cdot H}, \quad \alpha_2 = \frac{4R \cdot (B + p_{мв} + j_{мв}) \cdot V_T \cdot \pi^2}{S_{щ} \cdot H \cdot \omega}, \quad (9)$$

где α_1 – коэффициент, характеризующий затраты мощности на поступательное движение рабочего органа; α_2 – коэффициент, характеризующий затраты мощности на вращательное движения рабочего органа; $S_{щ}$ – ширина щели в грунте.

Экспериментальные исследования проводились на полноразмерном стенде СР-1 и опытном образце щелереза. В результате эксперимента были подтверждены зависимости удельных сил от угла резания, ширины площадки износа и ширины резца.

Список литературы

1. Кадыров А.С. Анализ свойств мерзлых и прочных грунтов и оборудования для их резания / А.С. Кадыров, Е.С. Бестембек // Тр. ун-та. - Караганда: Изд-во КарГТУ. – 2006. – № 1. – С. 47-49.
2. Кадыров А.С. Определение сил сопротивления разрушения грунта фрезерованием / А.С. Кадыров, З.А. Мулдагалиев, Е.С. Бестембек // Тр. ун-та. - Караганда: Изд-во КарГТУ. – 2007. – № 1. – С. 61–63.
3. Кадыров А.С. Конструкция и расчет дискового щелереза для разработки мерзлых и прочных грунтов / А.С. Кадыров, Е.С. Бестембек. – Караганда: Изд-во «Санат», 2006. – 132 с.
4. Глотов Б.Н. Тенденции развития показателей гидравлических ручных молотков // Тр. ун-та. - Караганда: Изд-во КарГТУ. – 2007. – № 2. – С. 51–54.

Получено 15.11.2017

**ВОЕННОЕ ДЕЛО
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

УДК 623.438.14 (623-1/-8)

В.П. Нилов

Военный институт Национальной гвардии Республики Казахстан, г. Петропавловск

Р.В. Гроскоп

Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан - Лидера Нации, г. Астана

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРА
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ БРОНЕТРАНСПОРТЁРА БТР-80**

Разработан способ определения аэродинамических свойств сигнальных элементов прибора для контроля избыточного давления с использованием его имитационной модели. Обоснован выбор материала для изготовления сигнальных элементов, определены их формы и параметры.

Құралдың имитациялық моделі көмегімен артық қысымды бақылауға арналған құралдың сигналдық элементтерінің аэродинамикалық қасиеттерін анықтау әдісі өзірленген. Құралдың сигналдық элементтерін дайындау үшін материалды таңдау негізделген, олардың формалары мен параметрлері анықталған.

The way of identifying the aerodynamic features of signal elements of the device for monitoring the overpressure with the help of imitational model of the device and sailing classifier was discovered. The choice of the material for preparing the signal elements of the device was based and identified its forms and parameters.

Ключевые слова: *сигнальные элементы, фильтровентиляционная установка, критическая скорость, парусный классификатор, скорость витания, коэффициент парусности, избыточное давление, прибор для контроля избыточного давления, система питания двигателя топливом.*

В повседневной служебно-боевой деятельности войск бронетранспортёры интенсивно эксплуатируются, как правило, в тяжёлых условиях, сопровождающихся резкими перепадами температур окружающего воздуха, одинаковостью температурных и нагрузочных режимов работы двигателя как в летний, так и зимний периоды, работой машины при повышенной запыленности местности, включая тяжелые дорожные условия с преодолением водных преград. Все это приводит к ускоренному изнашиванию деталей, механизмов и агрегатов машин.

В условиях ведения боевых действий и возможного применения противником оружия массового поражения важным условием считается обеспечение своевременного информирования экипажа и десанта о техническом состоянии фильтровентиляционной установки (ФВУ), а также системы питания двигателей топливом. Прежде всего это позволит повысить защищенность личного состава, находящегося внутри обитаемых отделений бронетранспортёра, и поддержать машину в постоянной технической готовности посредством своевременного обнаружения и устранения неисправностей.

В предложенном нами техническом решении на примере бронетранспортёра БТР-80 вышеуказанные задачи решаются с помощью прибора для контроля избыточного давления (ПКИД), оснащённого световой индикацией, который вертикально ввёрнут в специальный колпак на наклонном боковом листе корпуса справа и несколько сзади сидения командира машины (рис. 1).

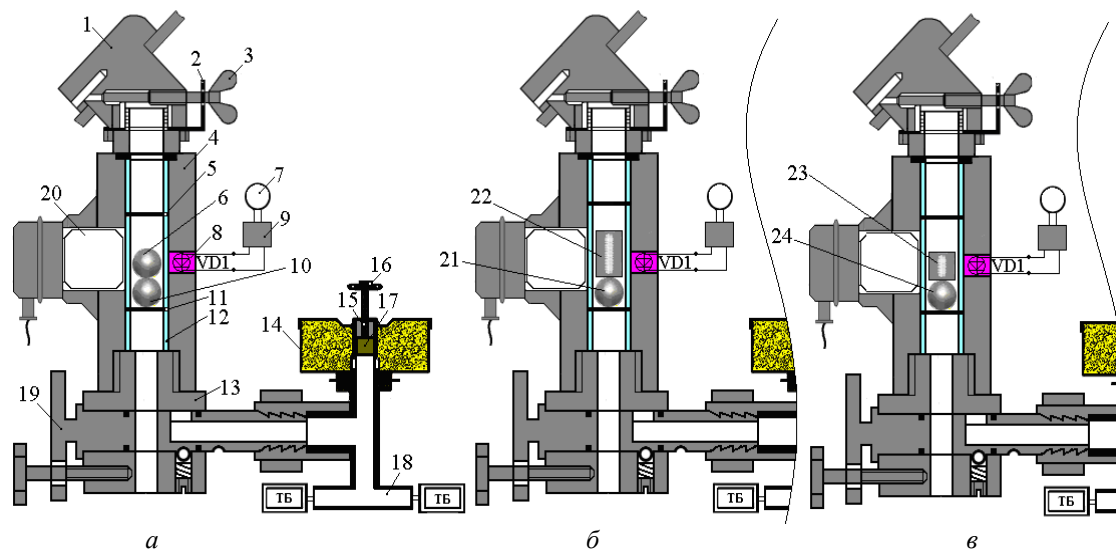


Рисунок 1 - Принципиальная схема работы устройства для технического диагностирования фильтровентиляционной установки и системы питания топливом двигателя бронетранспортёра БТР-80: 1 – колпак специальный; 2 – кронштейн; 3 – винт; 4 – корпус прибора; 5 – ограничитель верхний; 6, 22, 23 – верхний сигнальный элемент; 7 – светодиод; 8 – фотодиод; 9 – электронный блок обработки информации; 10, 21, 24 – нижний сигнальный элемент; 11 – ограничитель нижний; 12 – пластмассовая прозрачная трубка; 13 – кран двухходовой; 14 – воздушный фильтр системы питания двигателя топливом; 15 – шток; 16 – рукоятка; 17 – поршень; 18 – топливопровод; 19 – клапан; 20 – электрическая лампочка; ТБ – топливный бак

По положению сигнальных элементов в пластмассовой прозрачной трубке ПКВД, наличию сигнала световой индикации на щитке приборов в соответствии с установленными режимами работы определяют техническое состояние ФВУ и системы питания двигателя топливом. Чувствительность ПКВД обусловлена аэродинамическими свойствами его сигнальных элементов, поэтому с целью обоснованного выбора материала, формы, размеров и направления взаимодействия сигнальных элементов с воздушным потоком необходимо проведение как теоретических, так и экспериментальных исследований.

В общем случае аэродинамическое сопротивление R и мощность, необходимая для движения тела против воздушного потока, определяются нижеприведёнными зависимостями [1]:

$$R = kF \frac{\rho}{2} V^2; \quad (1)$$

$$N = kF \frac{\rho}{2} V^3, \quad (2)$$

где k - коэффициент сопротивления, зависящий от формы тела; F - площадь проекции наибольшего сечения тела в плоскости, перпендикулярной направлению движения воздушного потока (Миделево сечение), m^2 ; ρ - плотность воздуха, kg/m^3 ; V - относительная скорость движения тела в среде, m/s ; N - мощность, необходимая для движения тела против воздушного потока, Вт. Анализ математических зависимостей (1) и (2) показывает, что коэффициент k представляет безразмерную величину, определяется экспериментально, при этом аэродинамическое сопротивление увеличивается пропорционально квадрату скорости воздушного потока относительно сигнального элемента $R \approx V^2$, а мощность, необходимая для движения тела в среде воздушного потока, увеличивается пропорционально третьей степени скорости $N \approx V^3$.

Применительно к вертикальному воздушному потоку на сигнальные элементы, установленные в канале прибора для контроля избыточного давления, действует сила аэродинамического сопротивления R , направленная вверх, и сила тяжести G , направленная вниз. Математические зависимости, определяющие эти силы при условии их равенства, обеспечивающего поддержание сигнальных элементов во взвешенном состоянии, имеют следующий вид:

$$R = K_{\Pi} m U_{\text{кр}}^2; \quad (3)$$

$$G = mg, \quad (4)$$

где K_{Π} - коэффициент парусности, м^{-1} ; m - масса сигнального элемента, кг; скорость движения сигнального элемента, м/с; $U_{\text{кр}}$ - критическая скорость движения воздушного потока (скорость витания), м/с; g - ускорение свободного падения, м/с^2 .

Величины k и F зависят от формы, свойства поверхности, размеров исследуемых тел, а ρ - от температуры и барометрического давления.

Ввиду сложности аналитического определения, перечисленные величины характеризуются одним общим показателем – коэффициентом парусности:

$$Kn = k \rho F / G. \quad (5)$$

Характер движения сигнальных элементов в вертикальном канале определяется соотношением силы аэродинамического сопротивления R и силы тяжести G . При R больше силы тяжести G сигнальный элемент поднимается вверх, при R меньше силы тяжести G - опускается вниз, а при R равном силе тяжести G - находится во взвешенном состоянии.

В последнем случае скорость сигнального элемента равна нулю, т.е. сигнальный элемент находится на одном уровне. Следовательно, на основе решения уравнений (3) и (4) коэффициент парусности может быть определён по значению критической скорости $U_{\text{кр}}$ таким образом:

$$K_{\Pi} = \frac{g}{U_{\text{кр}}^2}. \quad (6)$$

Для выявления наиболее чувствительного сигнального элемента из сигнальных элементов различной формы посредством экспериментального определения величины критической скорости $U_{\text{кр}}$ и коэффициента парусности K_{Π} предложено применить парусный классификатор, принципиальная схема работы которого представлена на рис. 2.

Принцип работы парусного классификатора заключается в следующем. После включения классификатора в электрическую сеть воздух будет поступать в ротаметр 2, что вызовет подъём поплавка 1 вверх. При постоянных оборотах двигателя воздушный поток будет удерживать поплавок на определённой высоте. По расположению верхней кромки поплавка относительно шкалы ротаметра определяют высоту подъёма поплавка, позволяющую по диаграмме определять численное значение скорости воздушного потока.

Для создания идентичных условий при определении критической скорости различных по форме сигнальных элементов между нижней частью аэродинамической трубы 1 (рис. 3) и верхней частью ротаметра (рис. 2) устанавливают корпус имитационной модели (рис. 3) с направляющей вставкой 7, внутри которой вертикально и соосно ротаметру установлена прозрачная трубка 2 ПКВД с поочерёдно устанавливаемыми в ней между верхним 3 и нижним 6 ограничителями сигнальными элементами 4 и 5 различной формы.

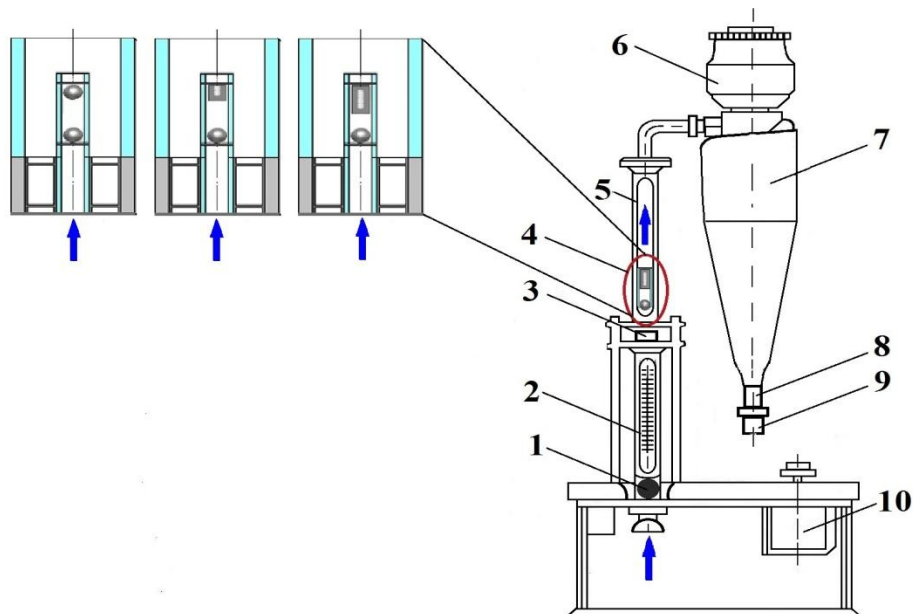


Рисунок 2 – Принципиальная схема парусного классификатора:

➡ - направление движения воздушного потока; 1 - поплавок; 2 - ротаметр; 3 - обечайка с сеткой; 4 - имитационная модель; 5 - аэродинамическая труба; 6 - вентилятор; 7 - циклон; 8 - клапан; 9 - буюкса; 10 - рукоятка трансформатора; 11 - трансформатор

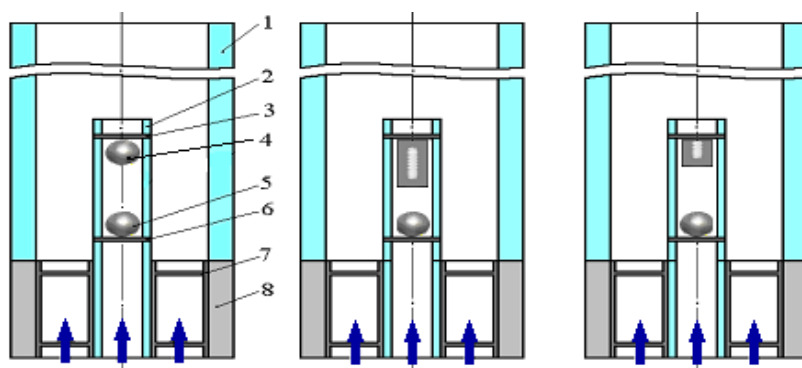


Рисунок 3 – Схема имитационной модели ПКИД в стеклянной аэродинамической трубе парусного классификатора: ➡ - направление движения воздушного потока; 1 – аэродинамическая труба; 2 – прозрачная трубка ПКИД; 3 – верхний ограничитель; 4 и 5 – сигнальные элементы; 6 – нижний ограничитель; 7 – направляющая вставка; 8 – корпус




Конструктивной особенностью установки имитационной модели является то, что для удобства наблюдения за положением сигнальных элементов при проведении экспериментов верхняя часть пластмассовой прозрачной трубки с ограничителями и сигнальными элементами расположена внизу стеклянной аэродинамической трубы 5 парусного классификатора (рис. 2).

Плавное поворачивая рукоятку трансформатора 10 (рис. 2), увеличивают напряжение, подаваемое на двигатель вентилятора, что приведёт к увеличению скорости воздуха и подъёму поплавка. При достижении критической скорости воздуха, равной скорости витания сигнального элемента, последний мгновенно перемещался из положения нижнего

ограничителя вверх и прижимался к верхнему ограничителю, после чего по расположению верхней кромки поплавка 1 относительно шкалы ротаметра определили высоту подъёма поплавка, позволяющую с помощью номограммы определять численное значение критической скорости каждого сигнального элемента ПКИД, а затем по формуле (6) вычислить его коэффициент парусности K_p . Сравнивая между собой численные значения коэффициентов парусности, выбрали сигнальный элемент, имеющий наибольшее значение коэффициента парусности, что обеспечило максимально возможную чувствительность ПКИД, которая может быть достигнута выполнением верхнего сигнального элемента из пенопласта, обладающего минимально возможной плотностью для твёрдых тел [2].

Численные значения критической скорости ($U=24,2$ м/с) и коэффициента парусности ($K_p=0,02$ м⁻¹) для металлического шарика ПКИД определены расчётным путём, исходя из значений избыточного давления, создаваемого с помощью ФВУ [3]. Результаты исследований, проведённых на кафедре аграрной техники и технологий технического факультета Казахского агротехнического университета города Астаны, представлены в таблице.

Длина L одного сигнального элемента в форме цилиндра равна двум диаметрам ($L=2D$) сферы, а второго соответственно одному ($L=1D$).

Направление действия воздушного потока и форма сигнального элемента ПКИД		Критическая скорость, м/с	Коэффициент парусности, м ⁻¹
	Сфера	3,3	0,9
	Цилиндр (L=2D)	3,0	1,09
	Цилиндр (L=1D)	2,8	2,2

Низкие значения критических скоростей (см. табл.) подтвердили возможность выбора сигнальных элементов в форме цилиндров или сферы. Наиболее чувствительными будут ПКИД, оснащённые сигнальными элементами в форме цилиндров, но с точки зрения технологичности вполне допустимо использование сигнальных элементов в форме сферы. В зависимости от диаметра сигнальных элементов сила их тяжести изменяется по кубической зависимости, а сила аэродинамического сопротивления – по квадратичной зависимости. Следовательно, с целью повышения чувствительности ПКИД диаметры сигнальных элементов должны быть минимальны при сохранении однозначного визуального контроля за положением сигнальных элементов в пластмассовой прозрачной трубке.

Необходимо иметь в виду то, что диаметр металлического шарика ПКИД конструктивно уже определён в соответствии с техническими условиями на проверку исправности работы ФВУ по избыточному давлению и поэтому не может быть изменён. Следовательно, целесообразно принять диаметр верхнего сигнального элемента, выполненного из пенопласта в виде лёгкого цилиндра или шарика (рис. 1), равным диаметру штатного металлического шарика ПКИД бронетранспортёра.

Список литературы

1. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М.: Мир, 1982. – С. 129–130.

2. Енохович А.С. Справочник по физике и технике. – М.: Машиностроение, 1989. – С. 52.
3. Бронетранспортёр БТР-80: Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1990. - Ч. 2. – С. 155–156.

Получено 15.11.2017

УДК 355.4

А. Темірбекулы

Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы, г. Астана

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В БОРЬБЕ С НЕЗАКОННЫМИ ВООРУЖЕННЫМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ

В статье рассматривается тактика действий незаконных вооруженных формирований в современных военных конфликтах. Рассмотрен вариант применения сил специальных операций как наиболее подготовленной структуры, способной адекватно реагировать на военные угрозы в новых войнах.

Мақалада заманауи әскери қақтығыстардағы қарулы құрамалардың заңсыз іс-әрекеттерінің тактикасы қаралады. Жаңа соғыстардағы әскери қауіп-қатерді нақты сезіне алатын ең дайындалған құрылым ретінде арнайы операция күштерін қолдану нұсқасы қаралған.

The article discusses the tactics of illegal armed groups in contemporary armed conflicts. The variant of the use of special operations forces as the most prepared of a structure able to adequately respond to military threats in the new wars.

Ключевые слова: военный конфликт, новые войны, боевые действия, незаконные вооруженные формирования, бандформирования, силы специальных операций.

Военные конфликты двух последних десятилетий наглядно свидетельствуют об изменении форм ведения боевых действий. Военно-политическое руководство ведущих зарубежных стран все более активно развивает и апробирует концепции войн нового поколения.

Среди особенностей современных военных конфликтов отмечаются их активность, скоротечность, расширение масштабов, сфер ведения военных действий, а также высокое напряжение сил и ресурсов государства в вооруженной борьбе. Наблюдаются тенденции применения гибридных методов борьбы, целями которых являются создание неблагоприятных условий и дестабилизация внутренней обстановки в противостоящем государстве [1].

При этом на сегодняшний день нет четкого, точного и ясного представления, как и какими силами и средствами предстоит вести боевые действия в условиях гибридной войны соединениям и частям Вооруженных сил Республики Казахстан. Возникла необходимость изучения данного вопроса военной наукой, а также руководством Генерального штаба и Министерства обороны Республики Казахстан.

Термины «гибридная война», «гибридные угрозы», «гибридные боевые действия» появились на Западе в исследованиях военных экспертов в конце 90-х годов XX века. Изначально под этим термином понимались новые нетрадиционные угрозы и опасности для национальной безопасности государства. Затем этот подход был применен для передачи сущности военного конфликта, в котором регулярным войскам противостояли противники иррегулярного типа [2].

Концепция гибридных войн складывается, с одной стороны, во многом стихийно под влиянием физико-географических условий, раздробленности территориальных образований и участников военных действий (регулярные части, частные военные компании, не-

законные вооруженные формирования), многочисленности и разнородности систем вооружения. С другой стороны, она складывается целенаправленно идеологами этих войн под давлением требований установления контроля над прибыльными территориями, разжигания идеологической непримиримости, бескомпромиссности, намеренного ужесточения боевых действий.

Концепция гибридных войн, по замыслу ее идеологов, предполагает умелое и гибкое сочетание следующих основных групп факторов - военных, дипломатических, информационных, экономических. Собственно, в манипулировании содержанием этих групп факторов со стороны геополитических центров силы и заключается гибридность организации и хода ведения современных вооруженных конфликтов.

Опыт ведения боевых действий в Сирии показал, что вооружение, боевая техника, средства связи, разведки, управления незаконных вооруженных формирований (НВФ) не уступает регулярным войскам и зачастую даже лучше, чем у регулярных войск Сирийской Арабской Республики (САР). Основу подразделений и частей НВФ в современных военных конфликтах, как правило, составляют высококласные военные специалисты – бойцы сил специальных операций (ССО) третьих стран. Военное планирование операций для НВФ и их проведение осуществляют профессиональные военные. Становится ясным, что подготавливать к предстоящим боевым действиям и управлять НВФ в ближайшей перспективе в возможных гибридных войнах будут, в основном, профессиональные военные, знающие теорию современной войны и умеющие организовать бой или операцию не хуже, чем выделенные для борьбы с ними регулярные войска.

Боевые действия в гибридных войнах имеют следующие характерные особенности:

1. Интеграция разнородных бандформирований под руководством иностранных военных консультантов ССО зарубежных государств в крупные НВФ (по опыту действий в Афганистане, Сирии).
2. Боевое применение современных технологичных систем вооружения НВФ, которое зачастую обеспечивается высококвалифицированными специалистами - сотрудниками частных военных компаний.
3. Высокая мобильность НВФ за счет использования автомобильной техники высокой проходимости, типа джипов, переделанных в джихад-машины.
4. Очаговые боевые действия, в которых успех достигается за счет применения ротных, изредка батальонных тактических групп, укомплектованных средствами огневого поражения и разведки.
5. Способность НВФ иметь гибкий, рассредоточенный боевой порядок.
6. Повышенное внимание к искусному использованию в бою тактических свойств местности со стороны НВФ.
7. Применение лидерами НВФ приемов и способов партизанской войны: организация и проведение террористических актов, засад.
8. Организация боевых действий путем создания серий локальных схваток и ведение боя в форме разведывательно-диверсионных действий.
9. Отсутствие сплошной линии боевого соприкосновения войск.
10. Обеспечение НВФ разведывательными данными от всех возможных внешних источников разведки (космической, воздушной, специальной, морской, стратегической). Боевики могут не иметь развитых систем разведки, но предоставление разведывательных данных берет на себя центр силы, заинтересованный в конечных результатах подобной войны. Именно так это было в грузино-югоосетинской войне 2008 года, когда все разведывательное обеспечение грузинской стороны взяли на себя США.

11. Готовность к ведению боевых действий в городских условиях (в застроенных каменными строениями городах и поселениях Ближнего и Среднего Востока, Донецкого региона), в условиях равнинной и горно-пустынной местности. В условиях интенсивной, нарастающей урбанизации территорий эта тенденция будет только усложняться. Усложнение будет сопровождаться тем, что в урбанизированной обстановке боевые действия часто ведутся на фоне повседневной хозяйственной деятельности местного населения, сопровождаемой функционированием многочисленных объектов гражданской инфраструктуры (коммунальных служб, пассажирского транспорта, средств телекоммуникаций, радио и ТВ, розничной торговли).

Важной отличительной особенностью в гибридных войнах является низкая плотность войск, отсутствие сплошной линии боевого соприкосновения, что способствует проникновению в тыл регулярных войск большого количества разведывательно-диверсионных групп противника, различных самостоятельных ударных групп, партизанских групп из инициативных местных жителей, криминальных банд, банд мародеров, торговцев оружием, людьми, охотящимися за археологическими ценностями, и других. Весь этот пестрый набор формальных и неформальных подразделений способен выполнять или специальные разведывательные задачи, или диверсионные задачи, или задачи наведения авиации, артиллерии противника, установки необслуживаемых малогабаритных станций помех, а также осуществлять хакерские атаки и др. Действовать они могут или из идейных соображений, или за вознаграждение, или «по доброте душевной». Но в любом случае это явление может иметь массовый характер и поэтому наносить значительный ущерб системам управления и связи, войсковому тылу и гражданской инфраструктуре.

В целях адекватного ответа (применения частей и подразделений Вооруженных сил Республики Казахстан) на весь вышеперечисленный спектр особенностей современных военных конфликтов на сегодняшний день необходимо уметь организовывать и вести диверсионные, контрпартизанские, контрповстанческие и другие специальные действия и быть готовыми противодействовать аналогичным действиям противника.

Борьба с высоко подготовленными диверсионно-разведывательными группами и отрядами сил специальных операций иностранных армий, а также с повстанческими, партизанскими и другими вооруженными формированиями, будет являться составной частью боевых действий в современных войнах. Успешная вооруженная борьба против отрядов НВФ и ССО зарубежных государств возможна только в применении таких же боеготовых, боеспособных подразделений и частей, основу которых должны составлять разведывательные подразделения и части специального назначения.

Основными способами борьбы с НВФ могут быть:

- разведка баз базирования войск (сил) противника и их превентивное уничтожение авиационными ударами;
- выявление диверсионных (партизанских) групп при их выдвижении (заброске) и организация засад;
- дистанционное и управляемое минирование местности на возможных направлениях движения сил противника;
- выявление заранее подготовленных баз противника и их ликвидация;
- проведение специальных операций по освобождению важных в оперативном отношении районов местности от бандформирований и агентуры противника;
- создание заслонов (блокпостов) на важных рубежах;
- разгром или их блокирование в определенном районе с выставлением гарнизонов (застав);
- зонально-объектовое войсковое прикрытие и маскировка практически всех основных

военных и административно-промышленных объектов с использованием технических средств охраны и инженерных заграждений;

– установление режима военного (чрезвычайного) положения и проведение специальной пропаганды среди личного состава своих войск (сил) и местного населения.

Во время боевых действий советских войск в Афганистане получили развитие способы борьбы с НВФ: сформировались групповые способы подготовки и ведения разведывательно-боевых, ударно-штурмовых действий в горах, населенных пунктах, лесу, городе и на равнине в ходе рейдовых и обходящих действий; усовершенствовалась тактика применения боевых групп («двоек», «троек») при блокировании и уничтожении мелких диверсионно-разведывательных групп боевиков; сформировались способы зонально-объектового и избирательного поражения противника, боевого применения войсковых маневренных групп, истребительных, противодиверсионных отрядов, несения службы на блокпостах при охране коммуникаций, ведения глубинной разведки, осуществления маскировочных мероприятий, технического и тылового обеспечения группировок войск.

Анализ опыта, накопленного в войсках, показал, что наибольший успех в ходе проведения операций давало применение разведывательных подразделений и частей и частей специального назначения, которые успешно наводили и корректировали огонь артиллерии, удары авиации.

Новым перспективным направлением борьбы с НВФ является применение ССО и в дальнейшем развитие способов использования ССО, их тесного взаимодействия с соединениями и частями авиации и артиллерии.

ССО существуют в армиях развитых стран мира уже давно. Например, в Соединенных Штатах решение о создании единого командования ССО было принято после неудачной операции «Коготь орла» в 1980 году, когда американцы не смогли освободить своих соотечественников, блокированных в посольстве после исламской революции в Иране. Уже после громкого провала во время разбора полетов выяснилось, что виной всему было отсутствие координации между различными подразделениями (авиацией, спецназом, морскими пехотинцами и т.д.), а соответственно, и недостаток слаженности и молниеносности в работе. В результате было принято решение о реформировании министерства обороны США и создании ССО [3].

Сейчас ССО – это мощная оперативная боевая единица (по официальным данным, в ней служит 56 тыс. человек) с отдельным командованием и материально-техническим обеспечением, подчиняющаяся напрямую президенту США. Сегодня это одна из самых профессиональных, боеспособных и результативных военных организаций в мире. В ее уставе записано, что ее цель – проведение полного спектра специальных операций против международного террористического подполья по всему миру, защита Соединенных Штатов и их интересов. Аналогичные структуры есть в Англии, Израиле, Канаде, России.

Анализ опыта применения ССО Российской Федерации в САР свидетельствует, что подразделения ССО, действуя самостоятельно, способны за сутки вскрыть (обнаружить и определить координаты) до трех-пяти объектов, поразить один крупный стационарный объект и уничтожить до трех подвижных целей противника. Основной целью было ведение боевых действий в условиях гибридных войн, когда в военных конфликтах на стороне противника участвуют как регулярные войска, так и НВФ. Главными задачами были:

1. Выполнение разведывательных функций, корректировка ударов авиации и артиллерии, выполнение разведывательно-боевых задач в тылу противника.

2. Масштабы применения ССО в современных войнах, несомненно, будут расти. В последние годы произошли интенсивные изменения в структуре вооруженных сил США, американцы не только не сократили, но даже расширили состав ССО до 56 тыс. человек.

В Германии после создания в 1996 году своего командования специальных операций численность войск специального назначения увеличена в 4,5 раза. В отличие от сил общего назначения, части и подразделения ССО в мирное время целенаправленно готовятся к проведению специальных операций в определенных регионах. Западные аналитики уже сейчас рассматривают эти войска как «третью силу», наряду с ядерными силами и обычными войсками.

Таким образом, опыт локальных войн показал, что развитие форм и способов применения ССО становится приоритетной задачей теории и практики военного искусства Вооруженных Сил Республики Казахстан, для решения которой необходимо проводить постоянный мониторинг и глубокий анализ современных военных и вооруженных конфликтов, а также тактики действий НВФ в них, исследовать опыт зарубежных стран в применении ССО в целях выработки форм и способов боевого применения подразделений и частей ССО в новых войнах.

Список литературы

1. Военная доктрина Республики Казахстан. Указ Президента РК № 554 от 29.09.2017 г.
2. Попов И.М. Новые войны / И.М. Попов, М.М. Хамзатов. - М.: Кучково поле, 2017. - 831 с.
3. Колпакиди А. История спецназа ГРУ / А. Колпакиди, А. Север. – М.: Вече, 2017. - 526 с.

Получено 15.11.2017



БЕРМУДСКИЙ ТРЕУГОЛЬНИК ОЦИФРУЮТ

Команда из двенадцати сотрудников Калифорнийского университета (США) взялась за проект создания в интернете сайта, посвященного знаменитому Бермудскому треугольнику. В этом районе Атлантического океана между Флоридой, Бермудскими островами и Пуэрто-Рико за последний век затонуло более 300 судов – не потому, что эта зона скрывает какие-то таинственные опасности, а просто потому, что здесь очень оживленное судоходство и часто бывают сильные шторма. С помощью подводных съемок авторы идеи намерены создать возможность виртуальной экскурсии в 3D-режиме по дну этого района с осмотром сотни затонувших кораблей. Остатки судов со временем разрушаются, их заносит песком и илом, а цифровой музей сохранит их образы в неизменном виде.

«Наука и жизнь» № 2, 2017

УКАЗАТЕЛЬ
научных статей, опубликованных в журнале
«Вестник ВКГТУ» в 2017 году

	№	стр.
НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ		
Абилбек Ж. Технология использования техногенных отходов в строительстве	2	3
Адрышев А.К., Серая Н.В., Даумова Г.К., Хайруллина А.А. Кинетические характеристики процесса сорбции ионов тяжелых металлов на наноструктурированном комплексном сорбенте	3	3
Акбанбетова Д.Е., Хуанган Н., Рашид Ж.Б. К вопросу оценки устойчивости кровли при отработке рудных залежей подземным способом	3	8
Амралинова Б.Б., Дьячков Б.А. Закономерности формирования и критерии прогнозирования никеленосности кор выветривания Восточного Казахстана	3	13
Арынова Ш.Ж., Шаймарданова Б.Х., Риванов Л.П., Корогод Н.П., Асылбекова Г.Е. Районирование территории индустриального города по накоплению химических элементов в объектах окружающей среды	3	18
Ахмеденов К.М., Досказиева Н.К., Кішібекова Ә.Б. Гидрологические условия и качества воды реки Жем	2	8
Ахмеденов К.М., Жумагалиева Ж.Н., Майканов Н.С. Накопление микроэлементов-биофилов, тяжелых металлов и техногенных радионуклидов в почве и растениях песчаного массива Тайсойган	2	15
Ахметов Б.Ж., Болатова А.Б., Байтак А. Разработка состава и содержания межевого плана (указывается время зонирования и шаг сетки)	1	3
Байсалова А.О. Новые данные о нарсарсуците и продуктах его замещения	4	3
Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А., Сайдесова А.К., Серикұлы Т. Территориально-географические возможности пространственного развития Восточно-Казахстанской области	1	7
Джаналеева К.М., Жангужина А.А. Структурный анализ ландшафтов бассейна реки Есиль	3	24
Дьячков Б.А., Айтбаева С.С., Амралинова Б.Б., Ойцева Т.А., Бисатова А.Е. Особенности вещественного состава и рудоносности плагиогранитов Кунушского комплекса (Восточный Казахстан)	3	33
Дьячков Б.А., Ойцева Т.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Мирошникова А.П. Геолого-структурные и минералого-геохимические критерии оценки редкометалльных месторождений (Восточный Казахстан)	1	10
Ипалаков Т.Т., Апишкур Б. Исследование факторов, определяющих состояние массива на карьерах	1	20
Ипалаков Т.Т., Апишкур Б. Методические основы определения устойчивых параметров бортов карьера и прочностных свойств в условиях недостаточной информации и геомеханических неопределенностей	1	27
Қожанова А.М., Жетыбаева Д.Ж., Азиналиев Н.А. Инвестиционный		

прогноз и анализ добычи нефти компании на основе системной динамики	3	41
Колпакова В.П., Анапьянова С.Б. Динамика изменения качества воды по водным объектам реки Ертыс в Восточно-Казахстанской области	3	45
Кумыкова Т.М., Кумыков В.Х., Сулейменов А.Д. Методика оценки готовых к выемке запасов руд в границах выемочного участка рудника	2	21
Ли М.А., Ибраев Т.Т., Бакбергенов Н.Н. Оценка современного технико-эксплуатационного состояния систем водоучета на Терс-Ащибулакском водохранилище	4	9
Лутай С.С., Жаирбаева Г.А., Воробьев А.Л., Данилов М.С., Лутай А.О. Применение фиторегуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской	3	50
Мажитова Г.З., Джаналеева К.М. Ландшафтно-географические исследования территории Северо-Казахстанской области	4	13
Максимов В.А., Жумадилова А.Б. Организационно-правовые проблемы обеспечения эффективности оборота земель общего пользования в Республике Казахстан	2	24
Озгелдинова Ж.О., Джаналеева К.М., Мукаев Ж.Т. Современная территориальная структура природопользования геосистем бассейна реки Сарысу	3	56
Салихов Т.К., Карагойшин Ж.М. Геоэкологическое состояние территории проектируемого государственного природного резервата «Бокей-орда» Западно-Казахстанской области	1	35
Салихов Т.К., Салихова Т.С. Оценка климатических условий проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» в Западно-Казахстанской области	4	18
Салихов Т.К., Сванбаева З.С. Оценка возможного риска здоровья населения города Астаны от загрязнения атмосферного воздуха	1	43
Сапаров К.Т., Женсикбаева Н.Ж. Вклад туризма в Южном Алтае солончковых грязевых ям Мыншункура	2	28
Сапарова Г.К., Балабас Л.Х., Медеубаев Н.А., Нургалиева А.Д. Оценка способов локализации пылевых источников при перегрузке горной массы на горно-перерабатывающих предприятиях	1	50
Тогузова М.М., Мамышева М.М. Комплексная оценка интенсивности процессов деградации сельскохозяйственных земель ВКО	4	28
Тогузова М.М., Медведева Е.В. Особенности разработки различных карт для развития туристической отрасли в Восточном Казахстане	4	34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Абылкалыкова Р.Б., Батырханов А.С., Иманжанова К.Т., Жапарова М.С., Бектасова Г.С., Кантай Н. Исследования микроструктуры сваренных трением образцов стали 12Х18Н10Т со сталью 34ХН1М	4	41
Азаматов Б.Н., Квасов И.А., Азаматова Ж.К. Экспериментальное изучение работы гидроциклонов с изменяемой геометрией	2	33
Азаматов Б.Н., Квасов А.И., Азаматова Ж.К. Экспериментальная оценка износоустойчивости гидроциклонов с изменяемой геометрией	2	39

Алонцева Д.Л., Прохоренкова Н.В., Красавин А.Л., Русакова А.В. Модификация облучением плазменной струей постоянного тока структурно-фазового строения и свойств кобальтовых порошковых покрытий	2	45
Алонцева Д.Л., Прохоренкова Н.В., Русакова А.В., Красавин А.Л., Кадыролдина А.Т., Борисов Ю.С., Войнарович С.Г., Кислица А.Н. Разработка технологии микроплазменного нанесения биосовместимых покрытий для изготовления медицинской продукции	3	65
Анисимова О.С., Мамяченков С.В., Оналбаева Ж.С., Куленова Н.А. Исследование физико-химических особенностей процесса очистки и фильтрации растворов, полученных при атмосферном выщелачивании низкокачественных цинковых концентратов	4	46
Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Такасаки Я., Фокина Е.Л., Мудашину Л.К. Анализ современного состояния и перспективы развития системы управления электронными отходами в Казахстане	3	71
Байдельдинова Р.Р., Попова Г.В. Создание интернет-сервиса, предоставляющего услуги для пациентов РК	1	57
Вавилов А.В., Дудкин М.В., Гурьянов Г.А., Клименко Е.А., Филянов А.А. Разработка нового агрегата для линии по переработке техногенных отходов	1	63
Галкин С.В., Мамырбекова Г.К. Аспекты рационального проектирования оборотного водоснабжения для ТЭЦ Восточного Казахстана	3	77
Гасий Г.М. К проектированию пологих структурно-вантовых сталежелезобетонных оболочек	3	81
Гурьянов Г.А., Байгереев С.Р. К вопросу создания эффективного измельчителя тонкого помола на основе рационализации принципов функционирования	2	52
Денисова О.К., Рахимбердинова М.У., Кимосов Р., Мякинин А.А., Турлыбекулы А. Исследование использования и потребления титановых продуктов для нефтегазового сектора Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья. Тенденции и перспективы развития использования титана для потребностей промышленности	3	86
Дудкин М.В., Ким А.И., Вавилов А.В., Гурьянов Г.А. Новая конструкция вибрационного грохота с дополнительными возбуждающими элементами	2	57
Ескермесов Д.К., Плотников С.В. Физико-механические свойства многоэлементных покрытий (Ti-Zr-Cr-Nb)N, полученных методом вакуумно-дугового осаждения	3	93
Жуков В.П., Агеев Н.Г., Меньшиков В.А., Куленова Н.А., Оналбаева Ж.С., Ахметвалиева З.М. Влияние свинца и цинка на потери меди со шлаком при плавке вторичного медьсодержащего сырья и поиск флюсов оптимального состава	3	102
Исагулов А.З., Ахметов А.Б., Кусаинова Г.Д., Акимбекова А.А. Исследование образования карбидных включений в отливках из высокомарганцевой стали 110Г13Л	3	107
Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Квон Св.С., Аринова С.К., Ковалёва Т.В. Влияние краски модели на качество поверхности отливок из жаропрочных сплавов	4	54
Қантай Н., Жилкашинова А.М., Байжан Д., Мұратбеков Б.М. Иссле-		

дование влияния поверхностной бомбардировки газом на механические свойства сплава 36НХТЮ	3	110
Капаева С.Д., Хайралиев С.И., Бергандер М., Вахгельт А. Комплексный подход к оценке состояния котла	3	116
Комбаев К.К., Смагулов Д.У., Мурзахметова У.А., Кожжа Е., Ахметова Г.Е. Упрочнение марганцовистой стали методом электролитно-плазменной обработки	3	124
Конурбаева Ж., Закимова А., Кимосов Р., Мякинин А., Турлыбекулы А. Перспективы создания трабекулярного титанового имплантата аддитивным методом	3	129
Конурбаева Ж., Закимова А., Кимосов Р., Мякинин А., Турлыбекулы А. Развитие научных исследований в области сверхпроводящих материалов	3	135
Куленова Н.А., Оналбаева Ж.С., Ахметвалиева З.М., Хайруллина А.А., Троеглазова А.В. Комплексный подход к переработке техногенного сырья	3	140
Куликов В.Ю., Исагулов А.З., Щербакова Е.П., Ковалева Т.В. Определение ядра ползучести при формообразовании песчано-смоляной формы	4	58
Кунаев В.А., Жунусбекова Ж.Ж., Нурмагамбетов А.М. Обоснование применения фрезерного рыхлителя РФ-600 для разработки мерзлых и прочных грунтов	1	69
Құсайын-Мұрат Ә.Т., Алонцева Д.Л. Анализ методов микроплазменного нанесения биосовместимых покрытий и требований к медицинским имплантатам	4	62
Медеубаев Н.А., Сапарова Г.К., Жолмагамбетов Н.Р., Жолмагамбетов С.Р., Акимбекова Н.Н. Основные неповторяющиеся причины пожаров в металлургии	3	147
Медеубаев Н.А., Сапарова Г.К., Жолмагамбетов Н.Р., Жолмагамбетов С.Р., Акимбекова Н.Н. Условия локализации пылеподавления при перегрузке горной массы	3	150
Накипбекова А.Б., Достоева А.М., Айтбаев Н.Б., Амангелдина Ж. Исследование формирования переходной зоны в биметаллических отливках из различных железоуглеродистых сплавов	3	154
Нукешев С.О., Есхожин К.Д., Токушев М.Х., Романюк Н.Н. Исследование процесса движения частиц минеральных удобрений в горизонтальном трубопроводе распределителя с центральным дозированием	1	74
Плотников С.В., Калыгулов Д.А., Клиновицкая И.А. Исследование технологии производства фотоэлектрических преобразователей	4	67
Плотников С.В., Погребняк А.Д., Тлеукенов Е.О., Ердыбаева Н.К. Микроструктура, элементный и фазовый состав и физико-механические свойства нанокompозитных (Ti-Zr-Hf-V-Nb-Ta)N покрытий до и после имплантирования высокими дозами ионов азота	2	61
Плотников С.В., Погребняк А.Д., Тлеукенов Е.О., Ердыбаева Н.К. Структура высокоэнтропийного нанокompозиционного покрытия (Ti-Zr-Hf-V-Nb-Ta)N	2	70
Плотников С.В., Турлыбекулы А., Олешко В.И. Моделирование процесса формирования фронта ударной волны в стали	4	74
Плотников С.В., Турлыбекулы А., Олешко В.И. Фазовые и структур-		

ные превращения в стали при детонационном нагружении взрывом <i>Ракишева З.Б., Махамедкали А., Досжан Н.С., Лязат Ж.Т., Толубаева К.К.</i> Расчет параметров электромагнитного исполнительного органа и разработка программы управления	4	79
<i>Роговский В.В., Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М.</i> Испытательный стенд для исследования абразивных свойств фрикционных материалов	1	79
<i>Садыкова Г.К., Ерболатулы Д., Очерedyко И.</i> Особенности проектирования мобильного автономного дома в погоднo-климатических условиях Восточного Казахстана	4	84
<i>Серикбаева А.К.</i> Термические характеристики обожженных с серой окисленных медных руд	1	84
<i>Серикбаева А.К., Адилова А.</i> Исследование флотационной способности окисленной медной руды после сульфидирующего обжига с серой	4	88
<i>Туенбаев О.К., Лязат Ж., Досжан Н., Мухамедгали А., Узбеков Н., Ханев Б., Толубаева К.К.</i> Детальное проектирование наземного комплекса управления наноспутника	4	95
	4	98

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<i>Дуйсебаева С.Т.</i> Коррозийная стойкость бетона с коллагеновым наполнителем в плитах для животноводческих помещений	2	78
<i>Жаканов А.Н., Еруланова А.Е.</i> Альтернатива использования местных материалов и отходов промышленности при производстве строительных материалов	2	84
<i>Лутай С.С., Пименова А.О., Лутай А.О.</i> Разработка ландшафтного дизайн-проекта учебного корпуса № 2 ВКГТУ им. Д. Серикбаева в соответствии с психофизиологическим восприятием людей	4	107

ЭКОЛОГИЯ

<i>Абикенова Ш.К., Айткенова Г.Т., Муканова Д.Б., Грибенко Л.А.</i> Установление видов и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска	4	115
<i>Абикенова Ш.К., Муканова Д.Б., Айткенова Г.Т.</i> Международный обзор по вопросам предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым во вредных условиях труда	4	119
<i>Бакланов А.Е., Дмитриева Т.С., Григорьева С.В.</i> Расчет экологической опасности, связанной с риском выбросов в атмосферу промышленными предприятиями	4	124
<i>Бисакаев С.Г., Крекешева Т.И., Отаров Е.Ж., Койчубеков Б.К.</i> Вопросы профилактики профессионально обусловленных заболеваний на предприятиях с вредными условиями труда	4	130
<i>Бисакаев С.Г., Омарова С.Т., Крекешева Т.И., Еселханова Г.А.</i> Особенности функционального состояния организма работников в ночное время	4	136
<i>Крекешева Т.И., Ежов В.Н., Набиев Д.К., Абдрахманова Н.Б.</i> Сравни-		

тельный анализ форм статистической отчетности о производственном травматизме на примере стран евразийского экономического союза	4	142
Литвинов В.В., Даумова Г.К. К вопросу мониторинга выбросов парниковых газов в алюминиевой промышленности	4	147
Саликова Н.С., Ковалев С.И. О современном состоянии почв в районе разработки месторождения доломитов Акмолинской области	1	89
Несипбаева Н.Н., Токпаев Р.Р., Кабулов А.Т., Байматова Н.Х. Новые углеродсодержащие материалы для очистки газовойоздушных смесей от летучих органических соединений	2	84
Колпакова В.П., Еремеева Ю.Н. Обоснование строительства сооружений для очистки хозяйственно-бытовых стоков предприятий свинцово-цинкового производства	3	159

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ауезова З.Т., Оспан Г.Т., Елбасиева Б.Б. Проблемы моногородов в Центрально-Казахстанском экономическом районе	3	164
Кожанова А.М. Системно-динамическая модель поиска и разведки нефти	4	152

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА

Аринова Н.В., Кадыролдина А.Т., Аринова А.Б. Математическое и компьютерное моделирование частотно-влажностных характеристик сыпучих материалов	1	94
Батталова А.К. Исследование этилового спирта в составе спиртосодержащих жидкостей способами ИК- и ЯМР-спектроскопии	3	171
Бутурлакина Е.Г. Алгоритм формирования портфеля проектов в системе поддержки инвестиционных решений	1	103
Геккель Е.И., Амиров А.Ж., Салмов В.Н. Использование Core Data в iOS приложении по обучению тестированию	2	90
Даулетбаков Б., Кизатова М.Е., Медведков Е.Б., Шевцов А.А. Математическое описание процесса прокалывания кожуры дыни цилиндрическим шипом	3	175
Докейхан Ж., Рахметуллина С.Ж., Попова Г.В. Обзор современных прикладных программных комплексов для исследования композитных изделий	2	95
Жаныбек Ж.А., Попова Г.В. Информационная безопасность ситуационного центра	3	181
Кадыров А.С., Амангелдиев Н.Е., Жунусбекова Ж.Ж. Математическая модель процесса резания грунта фрезерным рабочим органом	4	157
Карпец А.В., Денисова Н.Ф. Анализ бизнес-процессов до и после внедрения системы управления материалами на ТОО «Казцинк»	2	99
Кумыкова Т.М., Кумыков В.Х., Китаев И.С. Математическое моделирование движения сжатого воздуха на прямолинейном участке шахтной пневмосети	2	106
Маликова Г.А., Попова Г.В. Обзор существующих информационных систем поддержки принятия решений	1	107

Мурзахметов А.Н. Модель автоматизированного семантического анализа интернет-новостей	2	112
Набиева Н.Б., Жомарткызы Г. К вопросу оценки качества услуг в транспортной компании	1	113
Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Саденова М.А. Описание полиморфных превращений в металлах на основе кластерной модели структурообразования	3	186
Нургазинова Г.Ш., Омарбекова А.С. О создании интеллектуальных средств обучения и контроля знаний	1	116
Оразбаев Б.Б., Калымов Ж.М., Курмангазиева Л.Т., Утенова Б.Е. Оптимизация производства на основе методов нечеткого математического программирования	1	121
Сакитова А., Попова Г.В., Рахметуллина С.Ж. Подготовка данных для информационно-аналитической системы оценки качества подземных вод	2	116
Сулейменова Л.Р., Бессмертный И.А. Направление реинжиниринга информационно-аналитической системы мониторинга вуза	1	128
Талгатқызы Ж., Попова Г.В. Подсистема сбора данных электромагнитной диагностики	2	121
Шоманов А.С., Мансурова М.Е., Амиргалиев Е.Н., Урмашев Б.А. Решение ресурсоемких задач на основе разностных схем с применением Apache Spark	1	133

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Кудрявцев К.Н. Теоретические основы менеджмента в образовании	2	125
--	---	-----

ВОЕННЫЕ НАУКИ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Асханбаев Т.Б., Купенов М.Ж. Маркировка, особенности устройства и характеристики зарубежных аккумуляторных батарей	3	193
Жусупов А.С. Зарубежный и отечественный опыт действий незаконных вооруженных формирований	1	137
Нилов В.П., Гроскоп Р.В. Исследование и обоснование параметров сигнальных элементов прибора для контроля избыточного давления бронетранспортера БТР-80	4	162
Темірбекұлы А. Применение сил специальных операций в борьбе с незаконными вооруженными формированиями	4	167
Терещенко В.И., Маниуров О.А. Совершенствование знаний и навыков обучаемых при обслуживании машин	1	142

МАЗМҰНЫ

СОДЕРЖАНИЕ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ
ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

<i>Байсалова А.О.</i> Нарсарсуakit және оны алмастыратын өнімдер туралы жаңа деректер	3
<i>Ли М.А., Ибраев Т.Т., Бақбергенев Н.Н.</i> Теріс-Ащыбұлақ суқоймасындағы суды есепке алу жүйесінің техникалық-эксплуатациялық жағдайын заманауи бағалау	9
<i>Мажитова Г.З., Джаналеева К.М.</i> Солтүстік Қазақстан облысы аумағының ландшафтты-географиялық зерттелуі	13
<i>Салихов Т.К., Салихова Т.С.</i> Батыс Қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватының климаттық жағдайларын бағалау	18
<i>Тоғұзова М.М., Мамышева М.М.</i> ШҚО ауыл шаруашылық жерлерінің бүліну процестерінің қарқындылығын кешенді бағалау	28
<i>Тоғұзова М.М., Медведева Е.В.</i> Шығыс Қазақстандағы туризм саласын дамыту үшін әртүрлі карталарды өңдеу ерекшеліктері	34

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

<i>Абылқалыкова Р.Б., Батырханов А.С., Иманжанова К.Т., Жапарова М.С., Бектасова Г.С., Қантай Н.</i> 12Х18Н10Т мен 34ХН1М болатының үйкелісіндегі пісірілген қосылысының микроқұрылымын зерттеу	41
<i>Анисимова О.С., Мамяченков С.В., Оңалбаева Ж.С., Куленова Н.А.</i> Сапасы төмен мырыш концентраттарын атмосфералық ерітінділеуден кейін алынған ерітінділерді тазарту және сүзу үрдісінің физикалық-химиялық ерекшеліктерін зерттеу	46
<i>Исағұлов А.З., Куликов В.Ю., Квон Св.С., Аринова С.К., Ковалёва Т.В.</i> Қызуға берік корытпалардың құйма бетінің сапасына бояу моделінің әсері	54
<i>Куликов В.Ю., Исағұлов А.З., Щербакова Е.П., Ковалева Т.В.</i> Құм-шайырлы қалыптың пішін түзілуі кезіндегі сырғанау ұяшығын анықтау	58
<i>Құсайын-Мұрат Ә.Т., Алонцева Д.Л.</i> Биотүйлесімді жабындарды микроплазмалы жағу әдістерін және медициналық имплантаттарға қойылатын талаптарды талдау	62

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Байсалова А.О.</i> Новые данные о нарсарсуките и продуктах его замещения	3
<i>Ли М.А., Ибраев Т.Т., Бакбергенев Н.Н.</i> Оценка современного технико-эксплуатационного состояния систем водоучета на Терс-Ащибулакском водохранилище	9
<i>Мажитова Г.З., Джаналеева К.М.</i> Ландшафтно-географические исследования территории Северо-Казахстанской области	13
<i>Салихов Т.К., Салихова Т.С.</i> Оценка климатических условий проектируемого государственного природного резервата «Бөкейорда» в Западно-Казахстанской области	18
<i>Тоғұзова М.М., Мамышева М.М.</i> Комплексная оценка интенсивности процессов деградации сельскохозяйственных земель ВКО	28
<i>Тоғұзова М.М., Медведева Е.В.</i> Особенности разработки различных карт для развития туристической отрасли в Восточном Казахстане	34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Абылқалыкова Р.Б., Батырханов А.С., Иманжанова К.Т., Жапарова М.С., Бектасова Г.С., Қантай Н.</i> Исследования микроструктуры сваренных трением образцов стали 12Х18Н10Т со сталью 34ХН1М	41
<i>Анисимова О.С., Мамяченков С.В., Оңалбаева Ж.С., Куленова Н.А.</i> Исследование физико-химических особенностей процесса очистки и фильтрации растворов, полученных при атмосферном выщелачивании низкокачественных цинковых концентратов	46
<i>Исағұлов А.З., Куликов В.Ю., Квон Св.С., Аринова С.К., Ковалёва Т.В.</i> Влияние краски модели на качество поверхности отливок из жаропрочных сплавов	54
<i>Куликов В.Ю., Исағұлов А.З., Щербакова Е.П., Ковалева Т.В.</i> Определение ядра ползучести при формообразовании песчано-смоляной формы	58
<i>Құсайын-Мұрат Ә.Т., Алонцева Д.Л.</i> Анализ методов микроплазменного нанесения биосовместимых покрытий и требований к медицинским имплантатам	62

<i>Плотников С.В., Қалығұлов Д.А., Клиновицкая И.А.</i> Фотоэлектрлі түрлендіргішті өндіру технологиясын зерттеу	67	<i>Плотников С.В., Калыгулов Д.А., Клиновицкая И.А.</i> Исследование технологии производства фотоэлектрических преобразователей	67
<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Олешко В.И.</i> Болаттағы детонациялық жүктеу кезіндегі фазалық және құрылымдық өзгерістер	74	<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Олешко В.И.</i> Моделирование процесса формирования фронта ударной волны в стали	74
<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Олешко В.И.</i> Жарылыстағы детонациялық жүктеме кезіндегі болаттағы фазалық және құрылымдық өзгерістер	79	<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Олешко В.И.</i> Фазовые и структурные превращения в стали при детонационном нагружении взрывом	79
<i>Роговский В.В., Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М.</i> Үйкеліс материалдарының түрпілік қасиеттерін зерттеуге арналған сынау стенді	84	<i>Роговский В.В., Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М.</i> Испытательный стенд для исследования абразивных свойств фрикционных материалов	84
<i>Серікбаева А.К.</i> Күкіртпен күйдірілген тотыққан мыс кенінің термиялық сипаттамасы	88	<i>Серікбаева А.К.</i> Термические характеристики обожженных с серой окисленных медных руд	88
<i>Серікбаева А.К., Әділова А.</i> Тотыққан мыс кенінің күкіртпен сульфидтеп күйдіргеннен кейінгі флотациялық қасиетін зерттеу	95	<i>Серікбаева А.К., Адилова А.</i> Исследование флотационной способности окисленной медной руды после сульфидирующего обжига с серой	95
<i>Туенбаев О.К., Лязат Ж., Досжан Н., Мұхамедғали А., Өзбеков Н., Ханев Б., Толубаева К.К.</i> Наноспутникті басқарудың жер үстіндегі кешенін егжей-тегжейлі жобалау	98	<i>Туенбаев О.К., Лязат Ж., Досжан Н., Мухамедғали А., Өзбеков Н., Ханев Б., Толубаева К.К.</i> Детальное проектирование наземного комплекса управления наноспутника	98

ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ СӘУЛЕТ

<i>Лутай С.С., Пименова А.О., Лутай А.О.</i> Адамдардың психофизиологиялық түйсігіне сәйкес Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ №2 оқу ғимаратының ландшафтылық дизайн жобасын әзірлеу	107
--	-----

ЭКОЛОГИЯ

<i>Абикенова Ш.К., Айткенова Г.Т., Мұқанова Д.Б., Грибенко Л.А.</i> Зиянды және қауіпті жұмыстармен, ауыр жұмыстармен айналысатын жұмыскерлерге кепілдіктер түрлері мен мөлшерін кәсіби тәуекел дәрежесіне байланысты белгілеу	115
<i>Әбікенова Ш.К., Мұқанова Д.Б., Айткенова Г.Т.</i> Зиянды еңбек жағдайларында жұмыс істейтін қызметкерлерге кепілдік және өтемақы беру бойынша халықаралық шолу мәселелері	119
<i>Бакланов А.Е., Дмитриева Т.С., Григорьева С.В.</i> Өндірістік кәсіпорындардың атмосфераға шығарылу қаупіне байланысты экологиялық қауіп-қатерін есептеу	124
<i>Бисакаев С.Г., Крекешева Т.И., Отаров Е.Ж., Койчубеков Б.К.</i> Зиянды еңбек жағдайлары бар кәсіпорындарда кәсіби	

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<i>Лутай С.С., Пименова А.О., Лутай А.О.</i> Разработка ландшафтного дизайн-проекта учебного корпуса № 2 ВКГТУ им. Д. Серикбаева в соответствии с психофизиологическим восприятием людей	107
--	-----

ЭКОЛОГИЯ

<i>Абикенова Ш.К., Айткенова Г.Т., Мұқанова Д.Б., Грибенко Л.А.</i> Установление видов и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска	115
<i>Абикенова Ш.К., Мұқанова Д.Б., Айткенова Г.Т.</i> Международный обзор по вопросам предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым во вредных условиях труда	119
<i>Бакланов А.Е., Дмитриева Т.С., Григорьева С.В.</i> Расчет экологической опасности, связанной с риском выбросов в атмосферу промышленными предприятиями	124
<i>Бисакаев С.Г., Крекешева Т.И., Отаров Е.Ж., Койчубеков Б.К.</i> Вопросы профилактики профессионально обусловлен-	

негізделген аурулардың алдын алу мәселелері	130	ных заболеваний на предприятиях с вредными условиями труда	130
Бисакаев С.Г., Омарова С.Т., Крекешева Т.И., Еселханова Г.А. Түнгі уақыттағы жұмыскерлердің ағзасының функционалдық жағдайының ерекшеліктері	136	Бисакаев С.Г., Омарова С.Т., Крекешева Т.И., Еселханова Г.А. Особенности функционального состояния организма работников в ночное время	136
Крекешева Т.И., Ежов В.Н., Набиев Д.К., Абдрахманова Н.Б. Еуразиялық экономикалық одақ елдері мысалындағы өндірістік жарақат жөніндегі статистикалық есептіліктің түрлерін салыстырмалы талдау	142	Крекешева Т.И., Ежов В.Н., Набиев Д.К., Абдрахманова Н.Б. Сравнительный анализ форм статистической отчетности о производственном травматизме на примере стран евразийского экономического союза	142
Литвинов В.В., Даумова Г.К. Алюминий өнеркәсібіндегі парниктік газдар шығарындыларының мониторингі мәселесіне	147	Литвинов В.В., Даумова Г.К. К вопросу мониторинга выбросов парниковых газов в алюминиевой промышленности	147
ЭКОНОМИКА		ЭКОНОМИКА	
Қожанова А.М. Мұнайды барлау және іздеудің жүйелі-динамикалық моделі	152	Қожанова А.М. Системно-динамическая модель поиска и разведки нефти	152
МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА		МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА	
Қадыров А.С., Амангелдиев Н.Е., Жұнусбекова Ж.Ж. Фрезерлі жұмыс мүшесінің грунтты кесу үрдісінің математикалық моделі	157	Қадыров А.С., Амангелдиев Н.Е., Жұнусбекова Ж.Ж. Математическая модель процесса резания грунта фрезерным рабочим органом	157
ӘСКЕРИ ІС ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК		ВОЕННОЕ ДЕЛО И БЕЗОПАСНОСТЬ	
Нилов В.П., Гроскоп Р.В. БТР-80 бронетранспортерінің артық қысымын бақылауға арналған аспаптың дабыл элементтерінің параметрлерін зерттеу және негіздеу	162	Нилов В.П., Гроскоп Р.В. Исследование и обоснование параметров сигнальных элементов прибора для контроля избыточного давления бронетранспортера БТР-80	162
Темірбекұлы А. Заңсыз қарулы құрамалармен күресуде арнайы операциялар күштерін қолдану	167	Темірбекұлы А. Применение сил специальных операций в борьбе с незаконными вооруженными формированиями	167
«ШҚМТУ Хабаршысы» журналында 2017 жылы жарияланған ғылыми мақалалар көрсеткіші	172	Указатель научных статей, опубликованных в журнале «Вестник ВКГТУ» в 2017 г.	172

**Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік
техникалық университетінің ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал
1998 жылы шыға бастады.
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркеліп,
1998 ж. 27 ақпанында № 145-ж куәлігі берілген.

**ВЕСТНИК Восточно-Казахстанского государственного
технического университета имени Д. Серикбаева**

Научный журнал
Издается с 1998 г.
Зарегистрирован Министерством информации и общественного согласия
Республики Казахстан. Свидетельство № 145-ж от 27 февраля 1998 г.

Редакторы - Редактор
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова
Корректорлар - Корректор
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова
Руководитель редакционно-издательского центра О.Н. Николаенко

Материалдарды компьютерде терген
және беттеген

Набор, верстка,
изготовление оригинал-макета
Е.И. Богатырева

Басуға 27.12.2017 қол қойылды.
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.
Көлемі: 17,53 есептік баспа табағы, 19,47 шартты баспа табағы
Таралымы 350 дана. № 2769-2017 тапсырыс.
Бағасы келісім бойынша.

Подписано в печать 27.12.2017.
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.
Объем: 17,53 уч.-изд. л., 19,47 усл. печ. л.
Тираж 350 экз. Заказ № 2769-2017.
Цена договорная.

Шығыс Қазақстан мемлекеттік
техникалық университеті
070004, Өскемен қаласы, Протозанов көшесі, 69

Восточно-Казахстанский государственный
технический университет
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69