ҚАЗАҚСТАН ҰЛТТЫҚ ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

КАЗАХСТАНСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

HERALD

OF THE KAZAKHSTAN NATIONAL ACADEMY OF NATURAL SCIENCES

№ 1/2019

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВИЕ

ПРИВЕТСТВИЕ	Абыкаев Н.А.	4

СТАТЬИ КАЗАХСТАНСКИХ УЧЕНЫХ

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОЕ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНИЦИАТИВЫ «ОДИН ПОЯС - ОДИН ПУТЬ»	Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж., Мирошничеко О.Л.	5
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ПРОЧНОСТЬ С ДЕГИДРАТИРОВАННОЙ ГЛИНОЙ	Ж.Т.Айменов, Н.Б. Сарсенбаев, Т.С. Аубакирова, Я.Альвейн, А.Х.Халим, С.Т. Ауесбек	8
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ НАСЛЕДИЯ ЭКСПО-2017	М.Ш.Алинов	12
МИКРОВОЛНОВОЙ СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОФОСФАТА ЛИТИЯ В КАЧЕСТВЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛИА	Т.З. Ахметов, А.П. Курбатов, А.К. Галеева, А.К. Рахимова, Ф.И. Мальчик, М.С Лепихин	17
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОКСИГЕНАТОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА УЗК	Е.Г.Гилажов, А.А. Аронова, С.А.Изгалиев, Н.Н.Себепкалиева	27
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕНАСЫЩЕННЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	Д.О. Лисюков, К.К. Кишибаев, С.В. Нечипуренко, С.А. Ефремов, Г.С. Ирмухаметова, Негим Эль-Сайед Мусса Эль-Ашмави	31
ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВОВ ПРОДУКТОВ ГИДРАТАЦИИ БЕЗОБЖИГОВЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ШЛАКЕ	Н.Б. Сарсенбаев, Я. Альвейн, А.Х.Халим, Б.К. Сарсенбаев, Ж.Т. Айменов, Г.Р. Сауганова	36
КЛИНИКО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ ПРИ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ	Н.М. Мамедалиева, А.М. Курманова	39

Non profit joint stock company «Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian-technical university» EXPERIENCE OF USING ULTRASONOGRAPHY IN THE REPRODUCTION OF THE KAZAKH WHITE-HEADED BREED COWS	Bozymov K.K., Sultanova A.K.	47
НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ КРУГЛОГОДИЧНОМ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ	Сергалиев Н.Х., Туменов А.Н..	51
ОВЦЕВОДСТВО ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА	Б.Б. Траисов	54
КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ-НОВЫЙ ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ	Курманкожаев А.	58
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЕКАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ	М.К. Скаков, Н.М. Мухамедова, W. Wieleba	61
DISCOVERY PROTEOMICS ANALYSIS ON THE IMPACT II Q-TOF TANDEM MASS SPECTROMETER	Kulyyassov A.T., Ramanculov E.M.	66
ПОЗДРАВЛЕНИЯ		69
РЕКЛАМА		71

АБЫКАЕВ Н.А.

Президент Казахстанской национальной академии естественных наук, доктор экономических наук.

ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!

Поздравляю вас с 10-летием основания Республиканского общественного объединения «Казахстанская национальная академия естественных наук».

За прошедшие годы наша академия РК заслужила репутацию авторитетного научного центра страны, координирующего научную деятельность по решению задач, поставленных Главой государства по вопросам реализации государственных программ научного обеспечения базовых отраслей экономики практическими результатами естественных наук и адаптации их к требованиям рынка.

Особенно хочу подчеркнуть ваш вклад по выполнению прикладных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития страны, совершенствованию механизмов коммерциализации научных исследований, стимулированию участия бизнеса в научных разработках.

Желаю вам дальнейших творческих успехов, успешного процветания и новых научных свершений.

В преддверии юбилея академии приятно отметить некоторые важные этапы нашей деятельности.

Сейчас академия имеет территориальное представительство, состоящее из 12 филиалов, созданных на базе крупных высших учебных заведений, а также 7 отделений, организованных для более широкого охвата приоритетных научных направлений. В своей деятельности региональные филиалы большое внимание уделяют организации научных конференций, форумов, публикации статей и монографий, участие ученых в реализации научных грантов. В соответствии с новой моделью управления наукой в стране и новым Законом «О науке» в КазНАЕН апробирован механизм разработки и рассмотрения научно-технических программ, внесения рекомендаций на ГНТЭ и ННС, а также в уполномоченный государственный орган - Министерство образования и науки РК.

КазНАЕН осуществляет свою деятельность трем приоритетным направлениям:

координация выполнения учеными научных исследований в следующим областям наук:

- нормативное и правовое обеспечение процесса коммерциализации результатов НИР;

- практическое содействие ученым по внедрению инновационных разработок и технологий.

За прошедшие годы на заседаниях Президиума и Общих собраниях коллегиально рассмотрены и одобрены многие научно-технические программы инициированные ученными академии, по таким приоритетным научным направлениям, как: восполнение, освоение, глубокая переработка минеральных ресурсов и получение новых материалов; сейсмология, водные ресурсы; энергетика; фармацевтика, информатика. Исполнителями НТП, приведенных ниже, являются члены академии порядка 70-80%.

На постоянной основе ведется работа по разработке и реализации (совместно с бизнесом) научно-технических программ и проектов по приоритетным отраслям экономики, ориентированных на внедрение результатов НИР и создание объектов коммерциализации.

Все завершенные под руководством ученых КазНАЕН научно-технические программы были ориентированы на внедрение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Результатом являются десятки опытно-промышленных установок, разработанных технологических регламентов, опытно-конструкторская документация. Важным итогом этих программ стало создание пилотных опытно-промышленных участков, на которых будут отрабатываются завершающие этапы научных исследований, обеспечивающих переход от лабораторных стадий к промышленному инновационному производству. Подобные участки служат научно-исследовательской базой для подготовки высококвалифицированных кадров, в том числе позволит проходить практику студентов и магистров ведущих вузов РК.

В ряде регионов страны действуют объекты коммерциализации, созданных в рамках реализации учеными КазНАЕН указанных программ: производство светодиодов и светодиодных уличных светильников в Астане в СЭС «Астана-Новый город». в Акмолинской области (Ерейментау) - по глубокой переработке угля на Сарадырском угольном разрезе (3 участка – по газификации угла с выработкой энергии;по брикетированию угла;по производству удобрений гумата калия).

На Президиумах КазНАЕН значительное внимание уделялось вопросам развития законодательной базы в сфере науки и инноваций, совершенствованию законодательства по коммерциализации научных разработок, венчурному финансированию и защите интеллектуальной собственности и в их экспертной оценке. В 2013-2015 гг. проводились расширенные заседания Президиума КазНАЕН и Круглые столы совместно с соответствующими Комитетами Мажилиса и Сената Парламента Республики Казахстан. По итогам работы были выработаны рекомендации и предложения, позволившие совместно с Комитетом науки МОН РК инициировать Закон «О коммерциализации результатов научной и (или) научно-технической деятельности», который принят в октябре 2015 года.

Ученые КазНАЕН инициировали разработку научно-технической программы «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан в рамках ЭКСПО - 2017». С целью демонстрации готовности проектов казахстанских ученых к ЭКСПО-2017 на территории СЭЗ «Астана» проводились выставки. Проекты были представлены руководству заинтересованных министерств энергетики, образования и науки, АО НК «Астана-ЭКСПО», АО «Самрук-Энерго», АО «Самрук Green Energy» и получили одобрение для презентации на выставке: «Создание Атласа энергетического потенциала возобновляемых источников энергии Казахстана»; «Разработка и создание комплекса производства тепловой и электроэнергии на основе геотермальной энергии Жаркентского месторождения геотермальных вод в Алматинской области»; «Разработка и создание солнечных водонагревателей с использованием углеродных нанотрубок»; «Разработка концепции и демонстрационного макета солнечной космической электростанции»; «Разработка гидродинамического нагревателя, направленного на повышение технико-экономических показателей и широкого использования их в системах отопления и горячего водоснабжения жилых домов, административных зданий и промышленных предприятий. КазНАЕН совместно с Национальной инженерной академии являлся организатором проведения Всемирного Конгресса инженеров и ученых в рамках ЭКСПО-2017.

Идею о необходимости разработки Концепции под названием «ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ» Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев инициировал на 62-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН в 2007 году. В этом же году КазНАЕН организовал международный коллектив ученых Казахстана, России, США, Германии и других стран для разработки ее научных основ и в последующие годы координировал ее работу.

Накануне РИО+20 с 23 по 24 мая 2012 года в рамках V Астанинского экономического форума КазНАЕН инициировала проведение Глобальной энергоэкологической конференции «Энергоэкологические инициативы Казахстана». 20 июня 2012 года в 23.00 на пленарном заседании Конференции РИО+20 выступил с докладом глава казахстанской делегации. Он изложил перспективы перехода Казахстана к зеленой экономике и акцентировал внимание высокой аудитории на инициативах Президента Нурсултана Назарбаева: Глобальная энергоэкологическая стратеги и Программа партнерства «Зеленый мост».

В результате вышеуказанной многолетней работы в итоговом документе РИО+20 цели и задачи Глобальной энергоэкологической стратегии приняты мировым сообществом к реализации. Наиболее полно идеи этой Стратегии воплощены в поддержанной РИО+20 инициативе ООН «Устойчивая энергетика для всех».

На базе идей Глобальной энергоэкологической стратегии при участии КазНАЕН была разработана «Национальная стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года», которая одобрена в декабре 2015 года коллегией Министерства энергетики РК.

В целях научно-технического обоснования инициативы Президента Республики Казахстан по строительству канала «Евразия», соединяющего Каспий и Черное море, КазНАЕН совместно с казахстанскими и зарубежными партнерами реализовал научно-техническая программа «Научно-техническое обоснование максимально возможных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана на 2015-2017 годы»

В 2015 году были получены новые геополитические, экономические и научные аргументы в пользу строительства канала «Евразия», на основе которых получен вывод о том, что максимально возможный евразийский транзит через территорию Казахстана будет в случае строительства мультимодального транзитного коридора «Порт Ляньюньган – Хоргос и Достык – порт Актау – канал «Евразия» - Азово-Черноморский бассейн» (далее – проект «Шелкового пути через канал «Евразия»).

В 2016 году на основании этого вывода были проведены исследования вдоль «Шелкового пути через канал «Евразия». Были выполнены оценки укрупненных технико-экономических показателей строительства и эксплуатации канала «Евразия» в соответствии с российскими стандартами и нормами.

Проведенные исследования показали, что реализация проекта «Шелкового пути через канал «Евра-

зия» переориентирует на транзит по нему существенную часть «океанского» товарооборота между Европой и Китаем, который сегодня проходит через Суэцкий канал. По расчетам специалистов Sinohydro Corporation Limited (далее – Синогидро), при реализации проекта «Шелкового пути через канал «Евразия» на него к 2030 году будет переориентировано 20-25 млн. т. китайского экспорта с маршрута по Суэцкому каналу, и 34-44 млн. т. к 2050 году.

С учетом этих данных и прогнозного грузопотока стран Прикаспийского региона, общий грузопоток при реализации проекта «Шелкового пути через канал «Евразия» к 2050 году может достигнуть 120 млн. т. в год. Эта цифра уже сравнима с грузопотоком через Панамский канал – 280 млн. т. в год.

С целью повышения рентабельности казахстанского транзита была разработана комплексная оценка физико-географических, сейсмотектонических инженерно-геологических и гидрологических условий транзитного коридора от канала «Евразия» через порты Актау и Курык до Хоргоса и Достыка. Получены достоверные данные по физико-географическим, инженерно-гидрологическим, инженерно-геологическим и сейсмотектоническим условиям вдоль казахстанского участка «Шелкового пути через канал «Евразия. Было проведено обоснование оценки физико-географических, социально-экономических и инженерно-геологических рисков связанных с реализацией проекта «Шелкового пути через канал «Евразия».

Проведена вероятностная оценка сейсмотектонических рисков, связанных с реализацией проекта «Шелкового пути через канал «Евразия» на казахстанском участке на основе методологии, соответствующей положениям Еврокода 8 (EN 1998-1:2004) «Проектирование сейсмостойких конструкций», для применения в практике проектирования на территории Казахстана.

Проведено обоснование оптимальных связей проекта «Шелкового пути через канал «Евразия» с действующими транспортными маршрутами и коридорами и дана оценка аналогичных вариантов евразийского транзита.

Полученные в ходе реализации Программы новые аргументы в пользу строительства канала «Евразия» были внесены в Правительство РК и Министерство по инвестициям и инфраструктурному развитию. В настоящее время результаты Программы легли в основу работы Межведомственной рабочей группы для формирования казахстанской позиции по строительству канала «Евразия» и согласования с участниками-странами ЕвраАС.

В настоящее время ученые Казахстанской национальной, академии естественных наук, реализуя совместно с производством учеными и бизнес-партнерами научно-исследовательские проекты, нацеленные на коммерциализацию результатов НИИОКР, способствуют развитию интеграционных процессов между научным сообществом и промышленным сектором страны, формированию новых механизмов взаимодействия науки и бизнеса, повышению уровня научных исследований и внедрению инноваций.

В долгосрочной перспективе горно-металлургические секторы Казахстана являются приоритетными для функционирования казахстанской экономики. При этом эти базовые отрасли имеют недостаточную информационно-цифровую и технологическую оснащенность, что в целом, приводит к невысокой производительности труда и конкурентоспособности.

КазНАЕН учитывая важную роль процесса цифровизации в развитии отраслей промышленности, а также в целях реализации Государственной программы «Цифровой Казахстан» инициировала комплексной научно-технической программу научно-технологического обеспечения информатизации горно-металлургической отрасли Республики Казахстан на 2020-2022 гг. Итоги работы рабочей группы по разработке Программы, созданной из числа представителей госорганов, ученых и специалистов профильных научных организаций, обсуждены на заседании Президиума КазНАЕН 15.03.2019 года.

Академией установлено тесное сотрудничество с научными сообществами как внутри страны, так и за ее пределами.

- К настоящему времени заключены Меморандумы и Соглашения;
- о взаимопонимании по сотрудничеству в области науки и техники с Российской академией естественных наук и Национальной академией Республики Беларусь;
- о сотрудничестве с Национальной инженерной академией Республики Казахстан;
- о сотрудничестве с Акиматом города Астаны, Национальным научно-технологическим холдингом «Парасат»;
- о взаимопонимании по сотрудничеству в области науки и техники с Ассоциацией материаловедения и нанотехнологий (РФ).
- с управляющим комитетом Астанинского хаба в сфере государственной службы;
- с Международным казахско-турецким университетом имени Ходжи Ахмета Ясави;
- о взаимном стратегическом сотрудничестве Казахским национальным университетом имени аль-Фараби»
- о взаимном стратегическом сотрудничестве «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина».

АХМЕТ ЯСАУИ
УНИВЕРСИТЕТІ

АЙМЕНОВ А.Ж.

доктор технических наук, профессор, заслуженый деятель Республики Казахстан

Общее количество публикаций: 326 в т.ч. 5 монографии, 7 учебников, 20 учебных пособий, 1 диплом на научное открытие, 2 патента, 3 авторских свидетельства.

АЙМЕНОВ А.Ж., АЙМЕНОВ Ж.Т, САРСЕНБАЕВ Б.К.

КОМПОЗИЦИОННОЕ-ВЯЖУЩЕЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА.

На современном этапе устойчивого развития нашего государства в условиях непрерывного роста масштабов производства и потребления минерального сырья проблема эффективного и рационального использования промышленных техногенных минеральных образований имеет исключительно важное народнохозяйственное значение вопросов, связанных с утилизацией и ликвидацией промышленных техногенных обьектов. Поэтому не случайно, то внимание, которое уделяется этой проблеме в индустриально развитых странах мира.

В индустриально развитых районах Республики Казахстан обьемы накопленных техногенных минеральных образований столь значительны, а возможности их использования настолько разнообразны, что требует проведения надлежащего и незамедлительного учета их наравне с природными минеральными ресурсами.

Имеющиеся в Казахстане техногенные минеральные образования используют не более 6-7%. Широкое использование их в производственном обороте позволит повысить ресурсосбережение в огромных масштабах за счет экономии эксплуатционных и капитальных затрат на разведку, добычу и переработку минерального сырья.

Имеющиеся в мире тенденции в производстве цемента предполагают рост производства многокомпонентных цементов. И для повышения эффективности цементной промышленности небходимо увеличивать выпуск смешанных цементов.

Запросы рынка на цемент с каждым днём растут и ежегодный его дефицит по оценкам Мининдустрии Республики Казахстан, составляет около 5 млн. тонн.

Плотные карбонатные породы (известняки, мраморы, доломиты) давно и в больших обьёмах применяются в строительстве при производстве щебня, используемого в технологии бетонов в качестве крупного заполнителя. Доля карбонатных пород, переабатымаемых на щебень, составляет около 60%. В последнее время область применения карбонатных пород заметно расширилась. Во-первых, появился гармонизированный с Европейским нормативом на цемент EN 197-1 отечественный стандарт (ГОСТ 31108-2003) разрешающий введение в портландцемент в количестве от 0 до 5% масс., так называемых, вспомогательных компонентов, кроме того в стандарт включён новый вид портландцемента – ЦЕМ II/А-И, в состав которого можно вводить от 6 до 20% масс. Известняка. Согласно EN 197-1 количество известняка в смеси с портландцементным клинкером в цементах марок CEM II/B-L и CEM II/B-LL может доходить до 35% масс.

В течение довольно долгого времени карбонатные заполнители: щебень и песок по отношению к образующейся при твердении цемента межпоровой жидкости рассматривались как инертные компоненты.

Отметим, что именно высокая прочность сцепления цементного камня с гладкими поверхностям известняка и мрамора привлекла внимание исследователей к изучению причин этого явления и позволила устано-

вить, факт протекания реакции межлу карбонатом кальция (кальцитом) и цементным тестом.

Таблица – Прочность сцепления цементного камня с различными материалами

Наименование материала	Прочность на растяжение при изгибе (кг/ см2 / МПа) образцов, твердеющих в течение		Характер разрушения
	3 мес.	6 мес.	
Цементный камень	74,7 / 7,3	88,6 / 8,7	По контактному слою
Мрамор	61,0 / 6,0	68,2 / 6,7	По контактному слою
Известняк	36,5 / 3,6	37,2 / 3,6	По камню
Магнезит	33,6 / 3,3	34,1 / 3,3	По камню
Гранит	49,2 / 4,8	52,1 / 5,1	По камню
Диабаз	27,0 / 2,6	33,4 / 3,3	По камню
Сталь (прокат)	19,8 / 1,9	21,4 / 2,1	По контактному слою

Обращает на себя внимание весьма высокие значения прочности сцепления с цементным камнем мрамора. Прочность зоны контакта мрамора с цементным камнем также характеризуется весьма высокими значениями и заметно превышает этот показатель для пород (гранит, диабаз) химическая инертность которых к цементному камню, при твердении в нормальных условиях, не подлежит сомнению.

Установлено, что цементы с добавками известняка по прочностным показателям, стойкости в агрессивных средах и морозостойкости не уступают без добавочным цементам, если тонкость помола клинкерного компонента в составе таких цементов равна тонкости помола этого компонента в обычном цементе.

А так же исследователям установлено, что небольшие количества (3,5-4,5%) $CaCO_3$ карбонат кальция, вводимые в состав цемента, положительно влияют на его свойствва. При этом карбонат кальция выступает в качестве активного компонента, образуя гидрокарбоалюминаты кальция различного состава, уплотняющие структуру цементного камня.

Производство механоактивированного цемента с минеральными добавками дает возможность радикального сбережения удельных энергозатрат на тонну цемента за счет снижения содержания клинкера в вяжущих до 50-75% (мас.) с сохранением высоких строительно- технических свойств. Проведенные расчеты показали, что введение до 50-75% (мас.) минеральных добавок в цементы с сохранением их высокой активности позволяет снизить удельные затраты на тонну вяжущих , на 80-100 кг условного топлива. Весьма важной является возможность эффективного использования в качестве клинкерных добавок не только различных пуццолановых пород, мелких кварцевых песков и отсева дробления известкового, но и техногенного сырья – зол и шлаков различных производств.

Наиболее рациональным является транспортировка части портландцементного клинкера по месту применения. Его перевозка значительно проще транспортировки цемента, клинкер может храниться годами, кроме того появляется возможность активного вовлечения в производство цемента местных кремнеземистых добавок – как природных пород, так же зол и различных шлаков. Подобная схема производства применялась в прошлом веке во Франции, а в настоящее время широко используется в КНР: клинкер производится на мощных предприятиях, 50-70% его измельчается в цемент, а остальная часть клинкера продается небольшим предприятиям, которые перерабатывают его в цемент, вводя местные минеральные добавки. Создание таких цехов имеют большое практическое значение, поскольку на сегодняший день цемент остается главным материалом для строительства.

Таблица – Химический состав компонентов

№ п/п	Оксид	Содержание, %					
		Клинкер	Известняк	Угольный шлак	Сланец	Гипс	Вулканический камень
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П.п.п.	0,65	42,44	6,63	8,3	14,18	6,58
2	SiO2	21,77	2,01	55,1	55,35	10,67	70,42
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Al2O3	5,04	0,55	9,35	9,8	0,48	13,98
4	Fe2O3	3,46	0,24	16,45	15,7	1,1	1,05
5	CaO	65,15	53,86	6,2	7,8	31,45	3,35
6	MgO	1,56	0,3	1,81	1,78	0,42	0,72
7	SO3	0,96	-	1,02	0,56	41,29	0,44
8	W	0,10	0,60	3,44	0,71	0,41	3,46

Таким образом производство композиционных вяжущих при котором до 70% клинкера заменяется отсевами дробления горных пород, мелким кварцевым песком или промышленными отходами является очень актуальным.

Их использование регламентируется международными стандартами. В то время как экономические показатели в значительной степени зависят от ситуации на конкретном предприятии, эти добавки могут серьезно влиять на экономику производства вяжущих. Положительные результаты могут быть достигнуты благодаря увеличению производительности мельниц, уменьшению расхода электроэнергии на тонну цемента, снижению расходов на ремонт и техническое обслуживание, улушению характеристик вяжущих, повышению уровня замещения клинкера. Преимущества очевидны, где имеет место замещение клинкера, в том числе это может быть одним из краткосрочных способов уменьшения выбросов CO_2.

ЗЕЙНУЛЛИН А.А.

д.т.н., профессор, академик, вице-президент КазНАЕН

ЗЕЙНУЛЛИН А.А., ГАЛИЕВ С.Ж.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

В современном мире все более и более важную роль играют технологии, способствующие автоматизации производства, снижению рисков и повышению эффективности. Необходимо создавать среду, которая будет стимулировать стремление к самосовершенствованию и способность коллективно решать нетрадиционные проблемы в области информационных технологий и их постоянной модернизации.

20 сентября 2018 года на заседании Президиума Казахстанской национальной академии естественных наук был рассмотрен вопрос «Проблемы цифровизации и развития информационных технологий в горно-металлургической отрасли Республики Казахстана» в рамках выработки мер повышения эффективности реализации Государственной программы «Цифровой Казахстан».

На заседании было отмечено, что в настоящее время в отрасли более 95% информационно-технических продуктов и услуг являются импортного производства, что создает определенные риски информационной, промышленной, экономическая и социальной безопасности страны.

Последствием практически полной ориентации предприятий горно-металлургической отрасли страны на импортные информационные технологии является, неэффективное их использование и отсутствие интеллектуального роста в ней. При том, что большая доля IT-специалистов, подготавливаемых в Республике Казахстан, остается невостребованной, освоение импортных информационно-технических систем происходит только на нижних технических уровнях модернизации (не формируются необходимые для развитой страны компетенции). Все информационно-технические продукты разрознены и слабо адаптированы к принятым бизнес-процессам на предприятиях. Отсутствуют единые концепции формирования информационных систем предприятий, не развиваются автоматизированные системы поддержки управленческих решений (требуется соответствующее научно-методическое обеспечение). На 60 % предприятий отсутствуют аналитические группы, тогда как одной из основных тенденций в мире, на этапе индустриализации 4.0 является переход с уровня Аналитики 1.0 на уровни Аналитики 2.0 и 3.0. Как следствие, эффективность применения информационных систем, как отмечают менеджеры предприятий отрасли, либо средняя, либо низкая. Информационные системы практически отсутствуют на малых и средних предприятиях отрасли, так как они не рентабельны в этих условиях. Информационные системы предприятий не интегрированы в общеотраслевую информационную систему. Было признано, что цифровизация на уровне отрасли может обеспечить более качественную координацию в

управлении, эффективную реализацию инвестиционной и инновационной политик.

Одной из базовых социально-экономических проблем развития информационных технологий, также, как и всего горно-металлургического комплекса Казахстана, является базирование практически целиком на импортном научно-техническом потенциале в этой области. Такой подход разрывает информационно-техническую и научно-инновационную цепочку единого процесса технологической модернизации отрасли, как и экономики и общества страны (см. рисунок). Процесс освоения отечественной минерально-сырьевой базы страны, таким образом, работает преимущественно на развитие зарубежного научно-методического потенциала информационного развития и цифровизации отрасли, что не соответствует принципам модернизации экономики и общества. Это, естественно, обуславливает общую неэффективность и неустойчивость процесса технологической модернизации в отрасли, а также снижение промышленной и социально-экономической безопасности страны в целом.

Для повышения эффективности реализации программы «Цифровой Казахстан» необходима выработка государственной социально-экономически ориентированной концепции развития информационных технологий в горно-металлургической отрасли Республики Казахстан. Информационные системы должны являться основой формирования научно-инновационного потенциала технологической модернизации горно-металлургической отрасли страны, обеспечивающей реальное повышение конкурентоспособности и устойчивости её развития.

По результатам обсуждения было вынесено решение о целесообразности разработки специализированной научно-технической программы «Развитие информационно-технологической платформы цифровизации предприятий горно-металлургического комплекса Казахстан и ее программно-методологического обеспечения», создании рабочей группы КазНАЕН по её разработке. Было признано, что принципиальным условием для эффективного перехода на адаптивный и инновационный уровни освоения информационных технологий является наличие собственных компетенций предприятий и отрасли в целом. Максимальная эффективность развития информационных технологий предприятий может быть достигнута лишь в условиях их интеграции в общеотраслевые информационно-технологические платформы.

Проблемы развития информационно-технических технологий в горнодобывающей и горно-металлургической отраслях могут быть решены посредством принятия ряда общесистемных мер на государственном и национальном уровне, стимулирующих инновационные процессы в данной области на нормативно-законодательном уровне. Необходимо мобилизовать имеющийся местный потенциал и реализовать на пилотной основе проект «Цифровой интеллектуальный рудник» с последующим обеспечением продвижения лучших результатов и опыта. Целесообразно создание специализированных научно-практических направлений на базе центров цифровизации и автоматизации производственных процессов, а также развивать на основе государственно-частного партнерства сеть специализированных научно-образовательных курсов по технологической модернизации отрасли.

22-23 января на заседании Рабочей группы КазНАЕН состоялось первое заслушивание потенциальных проектов отечественных разработчиков IT-технологий

Факторы устойчивого развития информационных систем ГМК РК

в области ГМК на предмет их включения в Научно-техническую программу. На данный момент Программа включает в себя 19 проектов, покрывающих практически все информационные уровни – технологические, общепроизводственные, отраслевые и межотраслевые.

Программа предполагается к реализации в рамках приоритетного направления развития науки «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции».

Основной целью реализации, предлагаемой КазНАЕН Программы, является создание цифровой информационно-технологической платформы «IT-ГМК» для основных и обеспечивающих процессов в сфере ГМК на основе разработки, модернизации и интеграции отечественных и зарубежных методологий и программных продуктов как необходимого условия повышения потенциала эффективности и конкурентоспособности горно-металлургической отрасли РК. Данная цель максимально соответствует базовым принципам развития Казахстана, озвученным на Президентом страны на очередном XVIII съезде партии «Нұр Отан»: национальное единство независимого государства, конкурентоспособная экономика и интеллектуальное процветающее государство.

В качестве разработчиков и соисполнителей НТП КазНАЕН выступили ряд отечественных научных и научно-образовательных, а также научных общественных организаций. В качестве партнеров по реализации Программы готовы выступить как казахстанские, так и зарубежные компании.

О кадровом потенциале разработчиков и исполнителей программу говорит тот факт, что в ней задействованы чл.-корр. НАН РК – 2, академик МАИН - 3, академик КазНАЕН – 4, академик НАГН – 4, академик АМР – 1, чл.-корр. НАГН – 1, чл.-корр. МАИН -1, профессор – 13, доцент – 12.Доктора наук – 22, Кандидаты наук – 25, Доктора PhD – 12, Докторанты – 9, из них СНС – 1, Магистры – 28, из которых МНС – 3, НС – 8, СНС – 4, Магистранты – 5, а также около 100 человек инженеры, бакалавры, студенты и технические специалисты.

Содержание сформированной научно-технической программы, предполагающей консолидацию имеющегося национального потенциала в области информационных технологий, говорит о том, что он довольно высок, а по некоторым направлениям опережаем современный мировой уровень. В Казахстане есть реальная возможность сформировать высокоуровневый программно-технический комплекс управления биогидрометаллургическими процессами, который может быть успешно дополнен комплексом компьютерных программ анализа и управления технологическими процессами производства различных металлов на промышленных предприятиях. По-своему уникален потенциал создания эффективной технологии прогнозирования рудных месторождений при геологоразведке, существенно повышающей эффективность и надёжность прогнозных исследований, оценки прогнозных ресурсов. Аналогов подобных продуктов в мире на сегодня отсутствует, а для Казахстана вопрос пополнения минерально-сырьевой базы чрезвычайно актуален.

Высокой степенью актуальности в условиях Казахстана характеризуется и направление, связанное с развитием автоматизированной системы геомониторинга, позволяющая собирать, обрабатывать, визуализировать результаты измерений, полученных с различного вида оборудования (оптико-электронные, лазерно-дальномерные, спутниковые навигационные/ДЗЗ, фотограмметрические, радарные и георадарные технологии), входящих в состав системы единого геомониторинга. Следует отметить, что казахстанская наука в области геомеханики традиционно сильна вот уже около 40-50 лет. Однако отсутствие соответствующей приборно-технической базы не позволяет реализовать автоматизированную систему геомониторинга на должном уровне. Данное научно-практическое направление будет в существенной мере укреплено созданием в рамках Программы опытного образца конвергентной взрывобезопасной системы мониторинга геотехнического состояния на основе волоконно-оптических датчиков с перспективой функций мульти измерений, в том числе измерений температуры и концентрации газа. Это направление дополнит и проект, связанный с разработкой расчетных алгоритмов и автоматизированных модулей решения задач по моделированию проявлений горного давления, определением напряженно-деформированного состояния вокруг выработки, а также с оптимизацией параметров работы угольной шахты, установлением рациональных технологических схем очистных и подготовительных работ в сложных горно-геологических условиях.

Высоким инновационным уровнем отличается и направление по созданию уникальной на сегодня в мире автоматизированной корпоративной системы управления геотехнологическими комплексами горных предприятий. Это направление может в корне изменить технико-экономическую основу современных технологий управления горным производством, обеспечив переход с функционального подхода в управлении к процессному, что сопровождается внедрением на отечественных предприятиях соответствующей экономики процессного управления. Дополняющим и развивающим данное направление является проект создания информационного и программно-методического обеспечения управленческих решений для горных предприятий с применением набирающего темпы распространения автомобильно-конвейерного транспорта, базирующегося на развитии комплекса имитационного моделирования и оптимизации параметров работы горнотранспортных систем карьеров.

Существенным вкладом в развитии углубленной аналитики в горно-металлургическом производстве обладает направление, связанное с разработкой многоуровневой информационно-аналитической экспертной системой управления объектами и процессами недропользования на верхних уровнях в горно-металлургическом комплексе Казахстана. В этом направлении важным ожидается в рамках научно-технической программы разработка регламента цифровизации процесса принятия управленческих решений и технического задание на создание подобного рода информационной системы.

В мире набирает обороты направление в области самоходного оборудования, а в Казахстане развивает-

ся и может получить толчок инновационное направление благодаря разработке экспериментального образца самоходного шасси, проектно-компоновочного решения современной РТС для работы в экстремальных условиях и обладающей высокими эксплуатационными свойствами. Это направление автоматизации также актуально так как связано с безопасностью и ликвидацией завалов и обрушений в условиях загазованности подземных горных выработок. Это направление взаимодополняется другим важным и актуальным направлением, как развитие программно-аппаратного комплекса единой системы передачи данных, отвечающей всем современным требованиям и решающим задачу позиционирования персонала и оборудования в условиях подземных горных выработок. Другим важным и актуальным в данной области горного дела является проект, связанный с разработкой системы автоматического контроля и управления аэрогазовым режимом рудника, являющимся неотъемлемой составной частью цифрового SMART рудника. Для подземных условий актуален и проект по созданию прототипа автоматизированной электромагнитной подъемной установки.

Очень перспективным можно охарактеризовать поднаправление Программы касающееся развития методологии, программно-технического и информационно-методического обеспечения имитационного моделирования и оптимизации по основным параметрам новых технологических процессов прокатного производства и оборудования. Оно развивает рынок внутреннего потребления продукции и укрепления горно-металлургического комплекса страны.

Интегрирующим и консолидирующим направлением Программы являются проекты, нацеленные на создание единой информационной системы горно-металлургического комплекса и коммуникативной интегрированной платформы «Цифровая металлургия: образование → наука → бизнес», для обмена образовательным, научным и производственным опытом, налаживания контактов и решения общих проблемных вопросов. Целевыми потребителями результатов реализации проектов будут являться государственные органы и общественные организации, регулирующие жизнедеятельность, а также предприятия и научные организации ГМК. В рамках проекта предполагаются ожидаются следующие социальные и научные эффекты:

Единая информационная система отрасли обеспечит повышение эффекта синергии предприятий и организаций, регулирующих органов. В существенной части улучшатся условия для интеграции и эффективного взаимодействия научной и производственной сфер. Все это приведет создаст условия для повышения эффективности горного производства, обеспечит устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности отрасли и экономики страны в целом. Важным результатом станет создание условий для экономической оценки эффективности реализуемых на предприятиях и в отрасли в целом технологических, инновационных и инвестиционных политик, возможность их более обоснованного формирования и планирования. Реализация данного проекта также позволит оценить реальную суммарную стоимость эксплуатации Единой информационной системы отрасли.

Успешная реализация данной научно-технической программы развития информационных систем и цифровизации ГМК позволит решить ряд задач общеотраслевого и социально-экономического характера. Обеспечит наличие собственного научно-методического потенциала информационно-технологического развития горно-металлургического комплекса Республики Казахстан. Это создаст качественную платформу перехода предприятий отрасли на этап индустрия 4.0, посредством формирования отраслевой информационно-технологической платформы автоматизации и информационного развития, перехода на уровень Аналитика 2.0 и 3.0. Важным является появление перспективы формирования отраслевой образовательной инфраструктуры подготовки соответствующего кадрового обеспечения – менеджеров-аналитиков, менеджеров-программистов, адптированные под новые индустриальные условия технологи и специалисты предприятий ГМК. В свою очередь, это будет способствовать повышению устойчивого и стабильного развития ГМК за счет: более качественного планирования и оперативного регулирования отрасли; повышения эффективности и снижения себестоимости горного производства (10-15% цеховых затрат).

В конечном итоге, результат успешной реализации НТП может привести к тому, что до 2025 года существенная часть (более 50%) запланированного в объеме 225 млрд. тенге общего финансирования на развитие цифровизации и информационных технологий в ГМК могут быть переориентированы на развитие и поддержание местного научно-технического потенциала в данной области.

Содержание предлагаемой к реализации научно-технической программы наглядно демонстрирует, что в Казахстане имеется достаточно высокоуровневый собственный потенциал по развитию и поддержанию, а также дальнейшей модернизации информационных технологий в области ГМК, позволяющий обеспечить устойчивое и стабильно развитие, а также технологическую модернизацию предприятий отрасли. Результаты реализации данной программы позволят сформировать консолидированный научно-методический и кадровый потенциал, а также послужат драйверами в развитии и продвижении в мире технологий добычи и переработки полезных ископаемых, индустриально-инновационного развития отрасли, соответствующему этапу «Индустрии 4.0».

ИСАБЕКОВА А.С.

Ph.D., старший научный сотрудник лаборатории стволовых клеток РГП «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК

Сфера научных интересов: клеточная терапия и тканевая инженерия.
Автор 43 научных публикаций, в том числе 5 статей в зарубежных изданиях.

ИСАБЕКОВА А.С., ЖУМАБЕКОВА М., ЖУНУСОВА М., САРСЕНОВА М.А., ОГАЙ В.Б.

СОЗРЕВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ОРГАНИЗМЕ СУБПОПУЛЯЦИЙ НАТУРАЛЬНЫХ КИЛЛЕРНЫХ КЛЕТОК МЫШИ И ЧЕЛОВЕКА

Аннотация

Клетки натуральных киллеров представляют собой крупные гранулярные лимфоциты, которые играют критическую роль в иммунологическом надзоре над опухолью и устранением патогенов. Натуральные киллерные клетки перспективны в использовании в адаптивной клеточной иммунотерапии рака. В статье обсуждаются этапы созревания и локализации в различных тканях разных субпопуляций натуральных киллерных клеток, с учетом отличия мышиных и человеческих фенотипов, так как это необходимо учитывать при планировании и проведении доклинических и клинических исследований натуральных киллеров для иммунотерапии.

Ключевые слова: активация, интерлейкин-2, натуральная киллерная клетка, фенотип, химерный антигенный рецептор.

Түйіндеме

Ісікті иммунологиялық бақылауда және патогендерді жоюда шешуші орын алатын табиғи киллер жасушалары ірі түйіршікті лимфоциттер болып табылады. Табиғи киллерлі жасушалардың обырдың адаптивті жасушалық иммунотерапиясында қолдануда болашағы бар. Мақалада тышқан және адам айырмашылықтарын ескере отырып, табиғи киллерлердің әртүрлі субпопуляцияларының жетілуі мен әртүрлі ұлпаларда орналасуы талқыланады, өйткені бұл ақпаратты табиғи киллерлерді иммунотерапия үшін клиникаға дейінгі және клиникалық зерттеулерін жоспарлау және жүргізу үшін қажет.

Кілт сөздер: белсендіру, интерлейкин-2, табиғи киллер жасуша, фенотип, химерлі антигендік рецептор.

Annotation

Natural killer cells are presenting large granular lymphocytes that play a critical role in tumor immunological surveillance and pathogens elimination. Natural killer cells are perspective in adaptive cellular immunotherapy of tumor. The article discusses the stages of maturation and localization of natural killer cells different subpopulations in various tissues, taking into account the difference between mouse and human phenotypes. This need to be considered during the planning and conducting of preclinical and clinical studies of natural killers for immunotherapy.

Key words: activation, interleukin-2, natural killer cell, phenotype, chimeric antigen receptor.

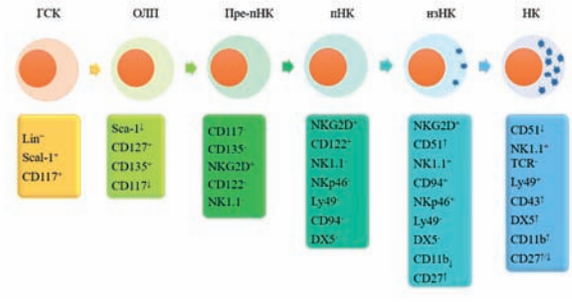
Введение

Натуральные киллерные (НК) клетки составляют уникальную популяцию лимфоцитов, которые являются важной частью врожденной анти-

микробной и противоопухолевой защиты 1,2. После проникновения в организм микробной инфекции НК клетки активируются посредством цитокинов, клеток врожденного иммунитета, таких как антиген-презентирующие клетки, и продуцируют такие цитокины, как интерферон-гамма и фактор-некроза опухоли (ФНО)-а а также они запускают врожденный и адаптивный иммунитеты через модуляцию роста и дифференцировки моноцитов, дендритных клеток и гранулоцитов [1,3,4]. НК клетки обладают набором поверхностных рецепторов, которые экспрессируются начиная с зародышевой стадии и распознают специфические лиганды на клетках мишенях, используют разные их комбинации для обеспечения селективной цитотоксичности против раковых клеток [5,6]. Для распознавания нормальных здоровых клеток, НК клетки используют ингибиторные рецепторы, такие как рецепторы KIR (killer cell Ig-like receptors) и CD94-NKG2A, которые, в свою очередь, связываются с главным комплексом гистосовместимости первого класса (MHC I) на поверхности клеток мишеней [7]. Баланс между активирующими и ингибирующими рецепторами определяет поведение НК клеток по отношению к клеткам мишеням. NKG2D, 2B4, DNAM-1 и NKp46 не могут по отдельности активировать НК клетки, но совместно с рецепторами партнерами синергично запускают активацию данных клеток [8].

Созревание мышиных и человеческих НК клеток

У мышей самые ранние предшественники НК клеток возникают в костном мозге (КМ) из гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) и характеризуются экспрессией CD122 (рисунок 1) [9,10]. На следующем этапе созревания происходит последовательная экспрессия рецепторов NK1.1 и CD94-NKG2 и CD51. Затем NK-клетки экспрессируют Ly49, следующая стадия пролиферации характеризуется повышением регуляции DX5 и снижением регуляции CD51. Во время предполагаемой заключительной стадии созревания мышиные НК клетки мигрируют в периферию, активируют CD11b (Mac-1) и CD43 и приобретают их полную эффекторную функцию [11]. CD11b^{lo} НК клетки можно разделить на две группы: клетки DX5^{hi} и DX5$^{dim/lo}$ [11,12]. Хотя CD11b^{lo} НК клетки расцениваются как «незрелые», эти клетки обладают характерными для НК клеток свойствами, такими как цитотоксичность и продуция цитокинов. Доля незрелых НК-клеток конститутивно экспрессирует CD27 и может быть костимулирована через CD27 [13]. Молекула CD27 принадлежит к суперсемейству TNFR, а CD70 известен как лиганд, имеющий сродство к данному рецептору. Как правило, взаимодействия между TNFRSF и TNF-членами играют важную роль в выживаемости клеток, а уровень экспрессии TNFR соответствует зрелости клеток и уровню дифференцировки Т и В клеток [14,15]. Исследования показали, что экспрессия CD27 маркера разделяет зрелую популяцию НК клеток (NK1.1^{+}, TCR^{-}, CD122^{+}, DX5^{hi}, Ly49s^{+}, CD43^{hi}, CD11b^{hi}) на фракции с повышенной (CD-27^{hi}) и пониженной (CD27^{lo}) экспрессией CD27 [16]. Оба типа зрелых НК клеток (CD11b^{hi}) обладают типичными для данной группы НК клеток функциями, однако CD27^{hi} более чувствительны к активации, тогда как CD27^{lo} клетки сложнее регулируются. НК клетки ингибируются рецепторами, которые распознаются MHC I и другими молекулами, а клетки мишени являются активаторами для НК клеток. Активирующими рецепторами мышиных НК клеток являются NKG2D, 2B4, активированные Ly49 рецепторы (Ly49D и H), или CD94–NKG2C комплекс. Набор активирующих рецепторов схож с субпопуляциями НК клеток (включающий CD11b^{lo} и CD11b^{hi} CD27$^{hi/lo}$ НК клетки), однако экспрессия ингибирующих рецепторов отличается в различных субпопуляциях. CD27^{lo} НК клетки экспрессируют Ly49C и Ly49I изоформы ингибиторного рецептора (распознающий H-2b) у C57BL/6 мышей (H-2b). Человеческие субпопуляции НК клеток также имеют похожее различие в экспрессии рецепторов натуральных киллеров. Субпопуляция CD56^{bright} имеет низкую экспрессию или полное ее отсутствие киллерных иммуноглобулин-схожих рецепторов (KIR), но высокую экспрессию CD94–NKG2A ингибирующего рецепторного комплекса, тогда как для CD56^{dim} НК клеток рецепторы экспрессируются противоположно [17].



ГСК-гемопоэтические стволовые клетки, ОЛП - общий лимфоидный предшественник,
Пре-пНК – Пре-предшественник НК, пНК - предшественник НК, нзНК – незрелые НК.
Рисунок 1 – Стадии созревания мышиных натуральных киллеров

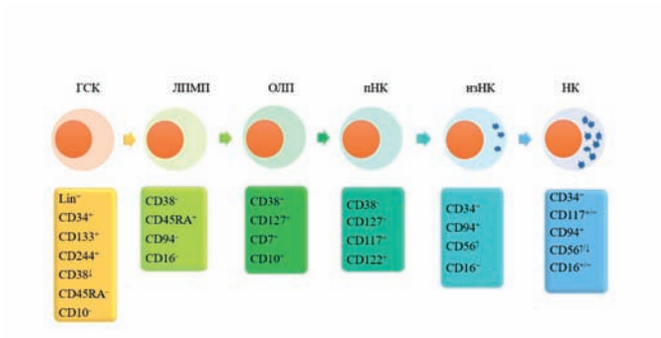
Созревание НК клеток человека происходит в КМ и вторичных лимфоидных органах (рисунок 2), в том числе лимфатических узлах, селезенке, миндалинах. На первых стадиях созревания гемопоэтические стволовые клетки дифференцируются в CD45RA^{+} лимфоид-праймированные мультипотентные предшественники (ЛПМП) с характерным для них фенотипом CD38^{-} CD45RA^{+}CD94^{-}CD16^{-} [18].

На следующей стадии происходит созревание общих лимфоидных предшественников (ОЛП), которые приобретают фенотип CD38^{+}CD127^{+}CD7^{+}CD10^{+}. Увеличение экспрессии CD122 и снижение экспрессии CD127 свидетельствуют о бесповоротной дифференциации ОЛП в предшественников НК клеток, имеющих фенотип CD117^{+}CD122^{+}CD127^{-} [18]. Также, в процессе превращения предшественников НК клеток в незрелые НК, можно наблюдать потерю экспрессии CD34, CD122 и CD117, увеличение экспрессии LFA-1. Способность к продуцированию интерферона-гамма и перфорин-индуцированная клеточная цитотоксичность начинает проявляться лишь у незрелых НК клеток с фенотипом CD34^{-}CD117$^{+/-}$CD94^{+}CD56^{bright}CD16^{-}. Поскольку для предшественников человеческих НК клеток характерно отсутствие экспрессии CD94, можно заключить, что данный маркер является признаком функциональной зрелости данного типа клеток [19,20]. На терминальной стадии

созревания НК клеток человека наблюдается снижение или отсутствие экспрессии некоторых поверхностных антигенов и рецепторов, таких как CD56, CD117, NKp46, CD94 и CD27.

Очередность приобретения НК клетками рецепторов, характерных для зрелой клетки, представлена в следующем порядке 1) CD161; 2) CD56, CD94 / NKG2A, NKp46 и NKG2D; и 3) KIR и CD16 [21].

Выделяют две основные субпопуляции НК клеток человека: $CD56^{dim}$ $Lin^{-}CD34^{-}CD117^{-}$ $CD94^{+/-}CD16^{+}$ и $CD56^{bright}$ $Lin^{-}CD34^{-}CD117^{+/-}CD94^{+}CD16^{-}$, причем представители первой группы преобладают в переферической крови, очагах воспалительных процессов (90 %) и обладают высокой цитотоксичностью, тогда как $CD56^{bright}$ НК клетки распространены во вторичных лимфоидных тканях (95 %), способны синтезировать цитокины после активации, тем самым являясь предшественниками зрелых НК клеток с фенотипом $CD56^{dim}$ [22].



ГСК-гемопоэтические стволовые клетки, ЛПМП - лимфоид-праймированные мультипотентные предшественники, ОЛП - общий лимфоидный предшественник, пНК - предшественник НК, нзНК – незрелые НК.
Рисунок 2 – Стадии созревания человеческих натуральных киллеров

Распределение популяций НК клеток по тканям

Распределение субпопуляций лимфоцитов важно для резидентной и специфичной иммунных реакций, поэтому пути распределения НК клеток в тканях зависит от роли последних в иммунном ответе. На данный момент мало информации о распределении популяций НК клеток человека. Известно, что большая часть популяции $CD56^{bright}$ клеток находится в лимфатических узлах, чем в периферической крови человека.

В мышах распределение в тканях субпопуляций НК клеток в разных лимфоидных и нелимфоидных органах (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы, периферическая кровь, печень, легкое) совершенно разное [11,12,16]. Костный мозг является первичным источником НК клеток, который содержит в основном $CD11b^{lo}$ НК клетки, небольшое количество $CD27^{hi}$ НК клеток и только малое количество $CD27^{lo}$ клеток. Все зрелые популяции НК клеток мыши ($CD27^{hi}$ и $CD27^{lo}$) найдены в селезенке. Субпопуляция $CD27^{lo}$ не наблюдается в лимфатических узлах, однако, эта популяция доминантна среди тканерезидентных НК клеток в легких и периферической крови [23]. Было показано, что продуцируемые НК клетками цитокины стимулируют иммунный ответ Т-хелперов 1 типа в лимфоидных органах [24]. Таким образом, НК клетки обеспечивают прямую связь между врожденным и адаптивным иммунитетами через активацию Т-клеток в лимфатических узлах. Мышиные $CD27^{hi}$ и человеческие $CD56^{bright}$ НК клетки являются преобладающими резидентными зрелыми популяциями в лимфоидных органах [16,20,25]. НК клетки присутствуют в печени, которая является активным источником предшественников фетальных НК клеток [26]. Все зрелые мышиные НК клеточные популяции в печени имеют такое же распределение как и в селезенке [16]. Уникальная $CD11b^{lo}DX5^{lo}$ НК клеточная популяция во взрослой печени постоянно экспрессирует TNF-связанный апоптоз-индуцирующий лиганд (TRAIL) и может использовать опосредованный им эффекторный путь [12]. TRAIL-экспрессирующие НК клетки преобладающая популяция у фетальной и неонатальной мыши, данные клетки прослеживаются в селезенке и других лимфатических органах. Доля TRAIL-экспрессирующих НК клеток закономерно уменьшается с возрастом мыши, аккумулируясь во взрослой печени, с последующей дифференцировкой в зрелый фенотип. Окружение печени может иметь особый потенциал аккомодации этих начальных стадий дифференцировки НК клеток даже во взрослом состоянии.

In vitro изучение дифференцировки человеческих НК клеток выявило схожие виды НК клеток. Незрелые $CD161^{+}CD56^{-}$ НК клетки обладают TRAIL-зависимым и перфорин-независимым цитотоксическим фенотипом [27]. В периферической крови человеческие НК клетки составляют около 10% лимфоцитов. НК клетки делятся на две основные популяции, $CD56^{dim}$ и $CD56^{bright}$, основываясь на экспрессии CD56 и CD16 [28]. $CD56^{bright}$ НК клетки воздействуют за счет продукции цитокинов, тогда как $CD56^{dim}$ НК клетки проявляют свою эффекторную функцию за счет секреции перфоринов и гранзимов [29].

$CD56^{dim}$ НК клетки составляют около 90% НК клеток периферической крови, $CD56^{bright}$ НК клетки оставшиеся 10%. $CD56^{bright}$ НК клетки являются преобладающей популяцией в лимфоидной и нелимфоидной ткани [30], количество которых увеличивается при воспалении и развитии рака [31].

Тканерезидентные НК клетки идентифицированы в мочевом пузыре, печени и лимфоидной ткани [30,32]. CD56dim НК клеточная популяция имеет популяцию безвозвратно зрелых клеток, которые в свою очередь, являются адаптивными НК клетками с фунцией клеток-памяти для быстрого ответа с повторно обнаруженными антигенами [33].

Фенотипы НК клеток разных инбредных линий мышей

НК клетки мышей C57BL/6 экспрессируют на своей поверхности NK1.1 (у человека CD161), NCR1 (NKp46/CD335) и CD49b (DX5, интегрин VLA-2α), которые в свою очередь являются основными маркерами НК клеток у представителей других линий мышей, таких как SJL и NZB[34,35]. Было экспериментально показано, что мышиные НК клетки не экспрессируют CD3, являющийся поверхностным маркером Т-клеток, вследствие чего применение CD3 исключает контаминацию НК клеток НКТ клетками, НК-подобными Т-клетками, которые также эспрессируют на своей поверхности NK1.1 и NKp46[36,37]. Касательно мышей других линий, например BALB/c, присутствие НК клеток обнаруживается лишь CD49b (mAb DX5) и NKp46, поскольку данные линии имеют ал-

лельные варианты NK1.1, которые не способно обнаружить широко применяемое моноклональное антитело PK136 [38]. НК клетки всех линий мышей экспрессируют 2B4 (CD244)[39] (таблица 1).

Таблица 1 – Экспрессия различных рецепторов НК клеток в разных линиях мышей

Маркеры	C57BL/6	BALB/c	NOD
NK1.1	+[35]	-[38]	-[40]
NCR1 (NKp46/ CD335)	+[41]	+[42]	+[42]
DX5 (CD49b, Integrin VLA-2α)	+[38]	+[43]	+[40]
CD244 (2B4)	+[39]	+[39]	+[39]
CD94/NKG2	+[44]	+[44]	+[45]
Ly49	Ly49A, Ly49D[46], LY49G[47], Ly49H[48]	LY49G[47]	Ly49P[49], Ly49W, LY49G[47]

Термин «натуральные киллерные клетки» впервые был использован в 1995 г. и обозначает подмножество Т-клеток с характеристиками НК клеток, в том числе экспрессией на поверхности NK1.1. Хотя при классификации НКТ клеток встречаются некоторые проблемы, основной из которых является ограниченное количество мышиных линий, НКТ клетки которых экспрессируют NK1.1 (только C57BL/6, SJL, NZB)[35]. Занимательным свойством НКТ клеток является частота их встречаемости в лимфоидных тканях разных линий мышей одного возраста: низкая у 129 и NOD, средняя у C57Bl/6 и высокая у BALB/c, CBA, DBA/2[50] (таблица 2).

Таблица 2 - Экспрессия различных рецепторов НКТ клеток в разных линиях мышей

	C57BL/6	BALB/c	NOD
NK 1.1	+[51]	-[52]	-[53]
CD69	+[54]	-[52]	+[55]
CD122	+[56]	+[52]	+[57]
Ly49	(A,C,I)[58],(G,H)[59]	(C,I)[52]	(A,H,I)[59]
CD95 (Fas)	+[60]	+[61]	+[62]
CD49b (DX5)	+[63]	+[64]	+[53]
CD44	+[65]	+[50]	+[66]
CD28	+[41]	+[67]	+[68]
CD62L	-[69]	-[67]	+[66]

Популяции НК клеток человека

Человеческие НК клетки можно разделить на четыре субпопуляции на основе экспрессии CD16 и CD56. Клетки $CD56^{bright}$ (CD56++CD16lo/-) составляют небольшую долю НК клеток крови, но в некоторых тканях они встречается часто. Они имеют ограниченную цитотоксическую активность, но выделяют цитокины и хемокины при стимуляции. $CD56^{dim}$ (CD56+CD16+) являются основной популяцией НК крови, которые убивают чувствительные опухолевые клетки и секретируют цитокины и хемокины [70,71]. По крайней мере, некоторые $CD56^{dim}$ НК клетки образуются из дифференцирующихся $CD56^{bright}$ клеток [70,72–75]. Плохо охарактеризованная популяция $CD16\text{-}CD56^{low}$ может включать недавно активированные $CD56^{dim}$ НК клетки, поскольку CD16 подавляется различными стимулами [76–78]. CD16+CD56- НК клетки являются гетерогенной популяцией. Эти клетки увеличиваются при ВИЧ-инфекции и обладают низкой активностью, что ассоциируют с процессом старения [79,80]. Однако НК клетки с фенотипом CD16+CD56- преобладают у новорожденных и дифференцируются в функциональные НК клетки *in vitro* [81,82]. На существующий момент мало известно о стабильности и изменениях между человеческими субпопуляциями НК клеток *in vivo*.

Заключение

Разные субпопуляции НК клеток в зависимости от их функциональных отличий имеют разный фенотип. Человеческие и мышиные НК клетки обладают многочисленными отличиями друг от друга. Среди мышиных НК клеток $CD11b^{lo}$ и $CD27^{hi}$ является основной популяцией, которая активно пролиферирует. Тогда как $CD27^{lo}$ клетки представляют популяцию неделящихся, долгоживущих, зрелых НК клеток. Тогда как $CD56^{bright}$ НК клетки человека быстро пролиферируют и погибают относительно медленно, предполагается, что пролиферирующие $CD56^{bright}$ клетки дифференцируются в $CD56^{dim}$ НК клетки *in vivo*. Взаимосвязь между $CD56^{dim}$ и $CD56^{bright}$ пролиферирующими клетками указывает на то, что пролиферирующие $CD56^{dim}$ клетки как самообновляются, так и происходят из пролиферирующих $CD56^{bright}$ НК клеток. Согласно данным Лутз и других некоторые погибающие $CD56^{dim}$ клетки становятся CD16(+)CD56(-) НК клетками, тогда как $CD16(-)CD56^{dim}$ НК клетки быстро реагируют на клеточную и цитокиновую стимуляцию. Вышеизложенные данные подтверждают высокий уровень пластичности и сложность регуляции разных популяций НК клеток человека и мыши.

Список литературы:

1. Biron, C. A., Nguyen, K. B., Pien, G. C., Cousens, L. P. & Salazar-Mather, T. P. NATURAL KILLER CELLS IN ANTIVIRAL DEFENSE: Function and Regulation by Innate Cytokines. *Annual Review of Immunology* 17, 189–220 (1999).

2. Wu, J. & Lanier, L. L. Natural killer cells and cancer. *Advances in cancer research* 90, 127–56 (2003).

3. Chalifour, A. *et al.* Direct bacterial protein PAMP recognition by human NK cells involves TLRs and triggers α-defensin production. *Blood* 104, 1778–1783 (2004).

4. Raulet, D. H. Interplay of natural killer cells and their receptors with the adaptive immune response. *Nature Immunology* 5, 996–1002 (2004).

5. Long, E. O., Sik Kim, H., Liu, D., Peterson, M. E. & Rajagopalan, S. Controlling Natural Killer Cell Responses: Integration of Signals for Activation and Inhibition. *Annual Review of Immunology* 31, 227–258 (2013).

6. Lanier, L. L. Nk Cell Recognition. *Annual Review of Immunology* 23, 225–274 (2005).

7. Long, E. O. Negative signaling by inhibitory receptors: the NK cell paradigm. *Immunological Reviews* 224, 70–84 (2008).

8. Bryceson, Y. T., March, M. E., Ljunggren, H.-G. & Long, E. O. Synergy among receptors on resting NK cells for the activation of natural cytotoxicity and cytokine secretion. *Blood* 107, 159–166 (2006).

9. Ikawa, T., Fujimoto, S., Kawamoto, H., Katsura, Y. & Yokota, Y. Commitment to natural killer cells requires the helix–loop–helix inhibitor Id2. *PNAS* 98, 5164–5169 (2001).

10. Rosmaraki, E. E. *et al.* Identification of committed NK cell progenitors in adult murine bone marrow. *European Journal of Immunology* 31, 1900–1909 (2001).

11. Kim, S. *et al. In vivo* developmental stages in murine natural killer cell maturation. *Nature Immunology* 3, 523–528 (2002).

12. Takeda, K. *et al.* TRAIL identifies immature natural killer cells in newborn mice and adult mouse liver. *Blood* 105, 2082–2089 (2005).

13. Watts, T. H. Tnf/tnfr family members in costimulation of t cell responses. *Annu. Rev. Immunol.* 23, 23–68 (2004).

14. van Baarle, D., Kostense, S., van Oers, M. H. J., Hamann, D. & Miedema, F. Failing immune control as a result of impaired CD8+ T-cell maturation: CD27 might provide a clue. *Trends in Immunology* 23, 586–591 (2002).

15. Hintzen, R. Q., de Jong, R., Lens, S. M. & van Lier, R. A. CD27: marker and mediator of T-cell activation? *Immunol. Today* 15, 307–311 (1994).

16. Hayakawa, Y. & Smyth, M. J. CD27 Dissects Mature NK Cells into Two Subsets with Distinct Responsiveness and Migratory Capacity. *The Journal of Immunology* 176, 1517–1524 (2006).

17. Hayakawa, Y., Huntington, N. D., Nutt, S. L. & Smyth, M. J. Functional subsets of mouse natural killer cells. *Immunological Reviews* 214, 47–55 (2006).

18. Eissens, D. N. *et al.* Defining Early Human NK Cell Developmental Stages in Primary and Secondary Lymphoid Tissues. *PLOS ONE* 7, e30930 (2012).

19. Yu, J. *et al.* CD94 surface density identifies a functional intermediary between the CD56bright and CD56dim human NK-cell subsets. *Blood* 115, 274–281 (2010).

20. Freud, A. G. *et al.* Evidence for discrete stages of human natural killer cell differentiation in vivo. *Journal of Experimental Medicine* 203, 1033–1043 (2006).

21. Yu, J., Freud, A. G. & Caligiuri, M. A. Location and cellular stages of natural killer cell development. *Trends in Immunology* 34, 573–582 (2013).

22. Frazao, A. *et al.* CD16+NKG2Ahigh Natural Killer cells infiltrate breast cancer draining lymph nodes. *Cancer Immunol Res* canimm.0085.2018 (2018). doi:10.1158/2326-6066.CIR-18-0085

23. Hayakawa, Y. *et al.* NK Cell TRAIL Eliminates Immature Dendritic Cells In Vivo and Limits Dendritic Cell Vaccination Efficacy. *The Journal of Immunology* 172, 123–129 (2004).

24. Martín-Fontecha, A. *et al.* Induced recruitment of NK cells to lymph nodes provides IFN-γ for T_H1 priming. *Nature Immunology* 5, 1260–1265 (2004).

25. Freud, A. G. *et al.* A Human CD34(+) Subset Resides in Lymph Nodes and Differentiates into CD56bright-Natural Killer Cells. *Immunity* 22, 295–304 (2005).

26. Di Santo, J. P. NATURAL KILLER CELL DEVELOPMENTAL PATHWAYS: A Question of Balance. *Annual Review of Immunology* 24, 257–286 (2006).

27. Zamai, L. *et al.* Natural Killer (NK) Cell–mediated Cytotoxicity: Differential Use of TRAIL and Fas Ligand by Immature and Mature Primary Human NK Cells. *Journal of Experimental Medicine* 188, 2375–2380 (1998).

28. Caligiuri, M. A. Human natural killer cells. *Blood* 112, 461–469 (2008).

29. Vivier, E., Tomasello, E., Baratin, M., Walzer, T. & Ugolini, S. Functions of natural killer cells. *Nature Immunology* 9, 503–510 (2008).

30. Björkström, N. K., Ljunggren, H.-G. & Michaëlsson, J. Emerging insights into natural killer cells in human peripheral tissues. *Nature Reviews Immunology* 16, 310–320 (2016).

31. Melsen, J. E., Lugthart, G., Lankester, A. C. & Schilham, M. W. Human Circulating and Tissue-Resident CD56bright Natural Killer Cell Populations. *Front. Immunol.* 7, (2016).

32. Lugthart, G. *et al.* Human Lymphoid Tissues Harbor a Distinct CD69+CXCR6+ NK Cell Population. *The Journal of Immunology* 1502603 (2016). doi:10.4049/jimmunol.1502603

33. Björkström, N. K. *et al.* Expression patterns of NKG2A, KIR, and CD57 define a process of CD56dim NK cell differentiation uncoupled from NK cell education. *Blood* blood-2010-04-281675 (2010). doi:10.1182/blood-2010-04-281675

34. Abel, A. M., Yang, C., Thakar, M. S. & Malarkannan, S. Natural Killer Cells: Development, Maturation, and Clinical Utilization. *Front Immunol* 9, (2018).

35. Godfrey, D. I., MacDonald, H. R., Kronenberg, M., Smyth, M. J. & Van Kaer, L. NKT cells: what's in a name? *Nat. Rev. Immunol.* 4, 231–237 (2004).

36. Goh, W. & Huntington, N. D. Regulation of Murine Natural Killer Cell Development. *Front Immunol* 8, (2017).

37. Walzer, T. *et al.* Identification, activation, and selective in vivo ablation of mouse NK cells via NKp46. *Proc Natl Acad Sci U S A* 104, 3384–3389 (2007).

38. Walzer, T., Jaeger, S., Chaix, J. & Vivier, E. Natural killer cells: from CD3(-)NKp46(+) to post-genomics meta-analyses. *Curr. Opin. Immunol.* 19, 365–372 (2007).

39. Lee, K.-M. *et al.* Requirement of homotypic NK-cell interactions through 2B4(CD244)/CD48 in the generation of NK effector functions. *Blood* 107, 3181–3188 (2006).

40. Carnaud, C., Gombert, J., Donnars, O., Garchon, H. & Herbelin, A. Protection against diabetes and improved NK/NKT cell performance in NOD.NK1.1 mice congenic at the NK complex. *J. Immunol.* 166, 2404–2411 (2001).

41. Godfrey, D. I., Hammond, K. J., Poulton, L. D., Smyth, M. J. & Baxter, A. G. NKT cells: facts, functions and fallacies. *Immunol. Today* 21, 573–583 (2000).

42. Yu, J. *et al.* NKp46 identifies an NKT cell subset susceptible to leukemic transformation in mouse and human. *J Clin Invest* 121, 1456–1470 (2011).

43. Arase, H., Saito, T., Phillips, J. H. & Lanier, L. L. Cutting edge: the mouse NK cell-associated antigen recognized by DX5 monoclonal antibody is CD49b (alpha 2 integrin, very late antigen-2). *J. Immunol.* 167, 1141–1144 (2001).

44. Cooper, M. D., Takai, T. & Ravetch, J. V. *Activating and Inhibitory Immunoglobulin-like Receptors*. (Springer Science & Business Media, 2012).

45. Vance, R. E., Kraft, J. R., Altman, J. D., Jensen, P. E. & Raulet, D. H. Mouse CD94/NKG2A Is a Natural Killer Cell Receptor for the Nonclassical Major Histocompatibility Complex (MHC) Class I Molecule Qa-1b. *J Exp Med* 188, 1841–1848 (1998).

46. Karlhofer, F. M., Ribaudo, R. K. & Yokoyama, W. M. MHC class I alloantigen specificity of Ly-49+ IL-2-activated natural killer cells. *Nature* 358, 66–70 (1992).

47. Silver, E. T., Gong, D.-E., Hazes, B. & Kane, K. P. Ly-49W, an Activating Receptor of Nonobese Diabetic Mice

With Close Homology to the Inhibitory Receptor Ly-49G, Recognizes H-2Dk and H-2Dd. *The Journal of Immunology* 166, 2333–2341 (2001).

48. Nabekura, T. & Lanier, L. L. Antigen-specific expansion and differentiation of natural killer cells by alloantigen stimulation. *J Exp Med* 211, 2455–2465 (2014).

49. Silver, E. T. *et al.* Ly-49P Activates NK-Mediated Lysis by Recognizing H-2Dd 1. *The Journal of Immunology* 165, 1771–1781 (2000).

50. Kumar, A. *et al.* Natural Killer T Cells: An Ecological Evolutionary Developmental Biology Perspective. *Front Immunol* 8, (2017).

51. Bendelac, A., Savage, P. B. & Teyton, L. The biology of NKT cells. *Annu. Rev. Immunol.* 25, 297–336 (2007).

52. Stenström, M., Sköld, M., Andersson, Å. & Cardell, S. L. Natural killer T-cell populations in C57BL/6 and NK1.1 congenic BALB.NK mice—a novel thymic subset defined in BALB.NK mice. *Immunology* 114, 336–345 (2005).

53. (PDF) Prevention of Diabetes in Nonobese Diabetic Mice Mediated by CD1d-Restricted Nonclassical NKT Cells. *ResearchGate* doi:http://dx.doi.org/10.4049/jimmunol.173.5.3112

54. Joshi, S. K. *et al.* Bacillus anthracis Lethal Toxin Disrupts TCR Signaling in CD1d-Restricted NKT Cells Leading to Functional Anergy. *PLoS Pathog* 5, (2009).

55. Schrumpf, E. *et al.* The role of natural killer T cells in a mouse model with spontaneous bile duct inflammation. *Physiol Rep* 5, (2017).

56. Lee, Y. J., Holzapfel, K. L., Zhu, J., Jameson, S. C. & Hogquist, K. A. Steady state production of IL-4 modulates immunity in different strains and is determined by lineage diversity of iNKT cells. *Nat Immunol* 14, (2013).

57. Hammond, K. J. *et al.* CD1d-restricted NKT cells: an interstrain comparison. *J. Immunol.* 167, 1164–1173 (2001).

58. Maeda, M., Lohwasser, S., Yamamura, T. & Takei, F. Regulation of NKT cells by Ly49: Analysis of primary NKT cells and generation of NKT cell line. *Journal of immunology (Baltimore, Md. : 1950)* 167, 4180–6 (2001).

59. Belanger, S., Tai, L.-H., Anderson, S. K. & Makrigiannis, A. P. Ly49 Cluster Sequence Analysis in a Mouse Model of Diabetes: An Expanded Repertoire of Activating Receptors in the NOD Genome. *Genes Immun* 9, 509–521 (2008).

60. Latinis, K. M. *et al.* Regulation of CD95 (Fas) ligand expression by TCR-mediated signaling events. *The Journal of Immunology* 158, 4602–4611 (1997).

61. Stevenson, H. L., Crossley, E. C., Thirumalapura, N., Walker, D. H. & Ismail, N. Regulatory Roles of CD1d-Restricted NKT Cells in the Induction of Toxic Shock-Like Syndrome in an Animal Model of Fatal Ehrlichiosis. *Infect Immun* 76, 1434–1444 (2008).

62. Falcone, M. *et al.* Up-Regulation of CD1d Expression Restores the Immunoregulatory Function of NKT Cells and Prevents Autoimmune Diabetes in Nonobese Diabetic Mice. *The Journal of Immunology* 172, 5908–5916 (2004).

63. Pellicci, D. G. *et al.* DX5/CD49b-Positive T Cells Are Not Synonymous with CD1d-Dependent NKT Cells. *The Journal of Immunology* 175, 4416–4425 (2005).

64. Antvorskov, J. C., Fundova, P., Buschard, K. & Funda, D. P. Impact of Dietary Gluten on Regulatory T Cells and Th17 Cells in BALB/c Mice. *PLoS One* 7, (2012).

65. Hammond, K. J. L. *et al.* NKT cells are phenotypically and functionally diverse. *European Journal of Immunology* 29, 3768–3781 (1999).

66. Poulton, L. D. *et al.* Cytometric and functional analyses of NK and NKT cell deficiencies in NOD mice. *Int. Immunol.* 13, 887–896 (2001).

67. Werner, J. M. *et al.* DX5+NKT cells display phenotypical and functional differences between spleen and liver as well as NK1.1-Balb/c and NK1.1+ C57Bl/6 mice. *BMC Immunol* 12, 26 (2011).

68. Chang, D. H. *et al.* Sustained expansion of NKT cells and antigen-specific T cells after injection of α-galactosyl-ceramide loaded mature dendritic cells in cancer patients. *J Exp Med* 201, 1503–1517 (2005).

69. Kumar, A. *et al.* NF-κB Protects NKT Cells from Tumor Necrosis Factor Receptor 1-induced Death. *Sci Rep* 7, (2017).

70. Caligiuri, M. A. Human natural killer cells. *Blood* 112, 461–469 (2008).

71. Fauriat, C., Long, E. O., Ljunggren, H.-G. & Bryceson, Y. T. Regulation of human NK-cell cytokine and chemokine production by target cell recognition. *Blood* 115, 2167–2176 (2010).

72. Chan, A. *et al.* CD56bright human NK cells differentiate into CD56dim cells: role of contact with peripheral fibroblasts. *J. Immunol.* 179, 89–94 (2007).

73. Cooley, S. *et al.* A subpopulation of human peripheral blood NK cells that lacks inhibitory receptors for self-MHC is developmentally immature. *Blood* 110, 578–586 (2007).

74. Romagnani, C. *et al.* CD56brightCD16- killer Ig-like receptor- NK cells display longer telomeres and acquire features of CD56dim NK cells upon activation. *J. Immunol.* 178, 4947–4955 (2007).

75. Ouyang, Q., Baerlocher, G., Vulto, I. & Lansdorp, P. M. Telomere length in human natural killer cell subsets. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1106, 240–252 (2007).

76. Grzywacz, B., Kataria, N. & Verneris, M. R. CD56(dim)CD16(+) NK cells downregulate CD16 following target cell induced activation of matrix metalloproteinases. *Leukemia* 21, 356–359; author reply 359 (2007).

77. Ligthart, G. J., Schuit, H. R. & Hijmans, W. Natural killer cell function is not diminished in the healthy aged and is proportional to the number of NK cells in the peripheral blood. *Immunology* 68, 396–402 (1989).

78. Keskin, D. B. *et al.* TGFbeta promotes conversion of CD16+ peripheral blood NK cells into CD16- NK cells with similarities to decidual NK cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104, 3378–3383 (2007).

79. Mavilio, D. *et al.* Characterization of CD56-/CD16+ natural killer (NK) cells: a highly dysfunctional NK subset expanded in HIV-infected viremic individuals. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102, 2886–2891 (2005).

80. Hu, P. F. *et al.* Natural killer cell immunodeficiency in HIV disease is manifest by profoundly decreased numbers of CD16+CD56+ cells and expansion of a population of CD16dimCD56- cells with low lytic activity. *J. Acquir. Immune Defic. Syndr. Hum. Retrovirol.* 10, 331–340 (1995).

81. McCullar, V. *et al.* Mouse fetal and embryonic liver cells differentiate human umbilical cord blood progenitors into CD56-negative natural killer cell precursors in the absence of interleukin-15. *Exp. Hematol.* 36, 598–608 (2008).

82. Phillips, J. H. *et al.* Ontogeny of human natural killer (NK) cells: fetal NK cells mediate cytolytic function and express cytoplasmic CD3 epsilon,delta proteins. *J. Exp. Med.* 175, 1055–1066 (1992).

КОЯНБАЕВ Е.Т.

Зам. директора по материаловедческим исследованиям

КОЖАХМЕТОВ Е.А., КОЯНБАЕВ Е.Т., САПАТАЕВ Е.Е. МУХАМЕДЖАНОВА Р. М., БЕЛЬДЕУБАЕВ А. Ж.

ПОСЛЕРЕАКТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 09Х16Н15М3Б

Аннотация

Представлены результаты послереакторных исследований по влиянию нейтронного облучения на структуру и радиационное распухание аустенитной стали 09Х16Н15М3Б. Проанализирована эволюция микроструктуры и изменения радиационного распухания в зависимости от расстояния от центра активной зоны реактора БН-350. Выявлены основные закономерности зависимости радиационного распухания от микроструктуры аустенитной стали после облучения.

Ключевые слова: реактор БН-350, активная зона, аустенитная сталь, нейтронное облучение, микротвердость.

КОЖАХМЕТОВ Е.А.

младший научный сотрудник лаборатории радиационного материаловедения

ҚОЖАХМЕТОВ Е.А., ҚОЯНБАЕВ Е.Т., САПАТАЕВ Е.Е. МУХАМЕДЖАНОВА Р. М., БЕЛЬДЕУБАЕВ А. Ж.

09Х16Н15М3Б АУСТЕНИТТІК БОЛАТ МЫСАЛЫНДА, НЕЙТРОНДЫҚ СӘУЛЕЛЕНУДІҢ БЕЛСЕНДІ АЙМАҚ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

9Х16Н15М3Б аустенитті болаттың құрылымына және радиациялық ісінуіне нейтрондық сәулеленудің әсері бойынша реактордан кейінгі зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. БН-350 реакторының белсенді аймағының ортасынан ара қашықтығына байланысты микроструктураның эволюциясы және радиациялық ісінудің өзгеруі талданды. Сәулеленуден кейін аустенитті болаттың радиациялық ісінуінің микроқұрылымынан тәуелділігінің негізгі заңдылықтары анықталды.

Түйінді сөздер: БН-350 реакторы, белсенді аймақ, аустениттік болат, нейтрондық сәулелену, микроқаттылық.

KOZHAKHMETOV YE.A., KOYANBAEV YE.T., SAPATAYEV YE.YE. MUKHAMEJANOVA R. M., BELDEUBAEV A. ZH.

POST-REACTOR STUDIES OF THE EFFECT OF NEUTRON IRRADIATION ON THE PROPERTIES OF ELEMENTS OF THE ACTIVE ZONE ON THE EXAMPLE OF AUSTENITIC STEEL 09Х16Н15М3Б

САПАТАЕВ Е.Е.

Доктор философии (PhD) по специальности 6D072300-Техническая физика

Annotation

The results of post-reactor studies on the effect of neutron irradiation on the structure and radiation swelling of austenitic steel 09Х16Н15М3Б are presented. The evolution of the microstructure and the changes in the radiation swelling depending on the distance from the center of the BN-350 reactor core are analyzed. The main regularities of the dependence of radiation swelling on the microstructure of austenitic steel after irradiation are revealed.

Keywords: Reactor BN-350, reactor core, austenitic steel, neutron irradiation, microhardness.

Введение

Проблема выбора конструкционных материалов для активной зоны реакторов на быстрых нейтронах включает ряд материаловедческих задач, связанных с различными радиационными эффектами: во-первых, явлениями высоко- и низкотемпературного радиационного охрупчивания и деградацией структуры под влиянием радиационного облучения, во-вторых, явлениями радиационного распухания и радиационной ползучести, которые интенсивно изучаются в последнее десятилетие. Не смотря на многочисленные исследования в данной области, все еще остается много вопросов о надежности и ресурсе работы элементов активной зоны как во время эксплуатации реакторов, так и при длительном хранении отработавших элементов активной зоны. В этой связи, получение новых послереакторных данных об эволюции механических свойств и структуры конструкционных материалов является по-прежнему актуальным.

Результаты подобных исследований конструкционных материалов окажут большое влияние в обосновании повышения безопасности при эксплуатации реакторов и при решении проблем безопасного длительного хранения ОЯТ.

Материалы, реакторные испытания и методики исследования

Объектом исследования являются - материал оболочки твэла - межканальный вытеснитель, изготовленный из аустенитной стали 09Х16Н15М3Б (ЭИ-847), отобранные из различных отметок относительно центра активной зоны, и получившие за время эксплуатации повреждающую дозу до 50 сна. Дополнительные характеристики элементов активной зоны приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики объекта исследования

Усл. номер (№ паспорта)	№ 8	№ 9	№ 10
Наименование изделия, материал	Вытеснители Ц-1сп, сталь 09Х16Н15М3Б(ЭИ-847)		
Расстояние от ЦАЗ, мм	-175	0	+175
Наработка, эфф.суток	323,2		
φ t, см$^{-2}$·10^{23}	1,672		

Максимальная доза, сна	50,44
$T_{вх}$, °C	2285–290
$T_{вых}$, °C	440 - 450

Изготовление исследовательских и испытательных образцов

Для изучения структурно-фазового состояния и прочностных характеристик элементов ОТВС были проведены работы по их разделке и изготовлению соответствующих миниатюрных образцов. На рисунке 1 представлено схематическое изображение процедуры отбора образцов из материала вытеснителя ТВС Ц-1сп.

БЕЛЬДЕУБАЕВ А.Ж.

инженер лаборатории радиационного материаловедения

МУХАМЕДЖАНОВА Р.М.

инженер 1 категории лаборатории радиационного материаловедения

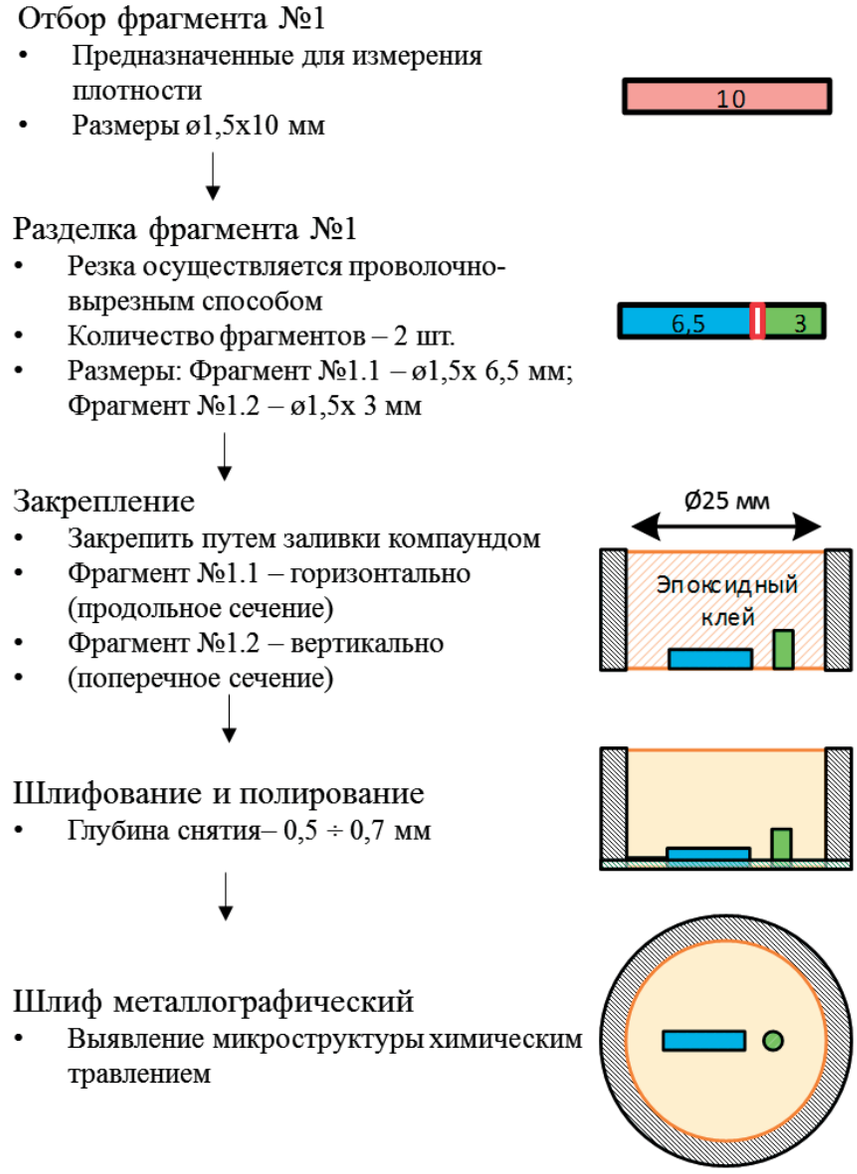


Рисунок 1 – Процедура изготовления отбора образцов из материала вытеснителя ТВС Ц-1сп

Микроструктурные исследования производилась на металлографическом микроскопе ICX-41M (Sop-Top) в режиме светлого поля при увеличениях до 1000 крат. Анализ микроструктуры (размер зерна, площадь зерна, кол-во включений и т.п.) проводился в программной среде Altami Soft (Альтами).

Выявление микроструктуры материала элементов ТВС производилась методом химического травления. Основные режимы травления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы травления нержавеющих сталей

Тип и марка стали	Состав реактива	Время,
Ферритно-мартенситная сталь марки ЭП-450	Хлорид меди ($CuCl_2$) – 100 мг; Этиловый спирт (C_2H_5OH) – 10 мл; Соляная кислота (HCl) – 10 мл; Азотная кислота (HNO_3) – 10 мл	60 – 75 с
Аустенитная сталь марки ЭИ-847	Соляная кислота (HCl) – 30 мл; Азотная кислота (HNO_3) – 10 мл	10 – 30 с

Определение плотности осуществлялось методом гидростатического взвешивания на аналитических весах MS205DU (Mettler Toledo) с дискретностью 0,01 мг. В качестве рабочей жидкости использовалась дистиллированная вода.

Механическое испытание на разрыв миниатюрных образцов осуществлялось на универсальной испытательной машине 5966 (Instron) при постоянной скорости деформации равной 2,5 мм/мин.

Определение микротвердости по Виккерсу проводилось на автоматическом твердомере Q10A+ (Qness) при нагрузках на алмазную пирамидку 0,1 кгс и 0,2 кгс.

Результаты исследовании

Измерение плотности фрагментов вытеснителя ТВС Ц-1сп, отобранных из различных отметок от ЦАЗ («-175 мм», «0 мм» и «+175 мм»), выполнялось с целью обнаружения изменения плотности в результате радиационного распухания при различных условиях дозы облучения.

На рисунке 2 представлен график изменения плотности материала вытеснителя из аустенитных нержавеющих сталей в зависимости от расстояния от центра активной зоны. Результаты гидростатического взвешивания показали, что плотность материала вытеснителя из центра активной зоны («0 мм» от ЦАЗ), имеющий наибольшую повреждающую дозу, меньше на 0,5 % по сравнению с материалом из отметки «-175 мм» от ЦАЗ.

Сравнительная небольшая доля распухания в зависимости от расстояния от активной зоны детально проанализирована в работах автора Поролло С. И. где показано, что основными фазами, влияющими на процесс порообразования, являются G-фаза и выделения типа MX. Выделения G- фазы, часть из которых ассоциирована с порами, в сталях 09Х16Н15М3Б существуют в температурном диапазоне (350-475) °С. Их размер и объемная доля растут, а концентрация практически не меняется с ростом дозы. Анализ фазового состава показывает, что образование большого количества мелкодисперсных выделений типа MX (Nb,(CN) и TiC для сталей 09Х16Н15М3Б формирует микроструктуру стали с достаточно высоким сопротивлением к распуханию. Таким образом на данном типе стали в аустенизированном состоянии высокая концентрация выделений типа MX с повышенным содержанием кремния значительно снижает распухание стали.

Структура исследуемого материала вытеснителя отобранные из различных отметок от ЦАЗ характеризуется равноосными зернами аустенита (γ-железо) с крупными и мелкими включениями (3). На отметках «-175» и «0» от ЦАЗ зерна аустенита имеет прямые края, и имеют характерные двойники. В то время как на отметке «+175» зерна имеют закругленные края и без двойников. В структуре всех образцов встречаются множество неметаллических включений трех типов примесных элементов. Которые различаются между собой следующими параметрами: размерами, формами и расположениями.

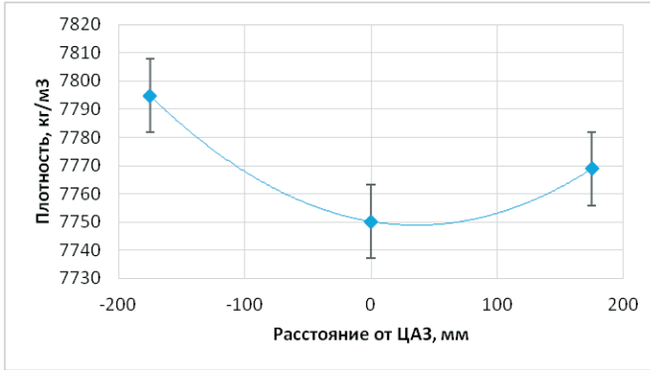


Рисунок 2 – Распределение плотности в зависимости от расстояния относительно ЦАЗ

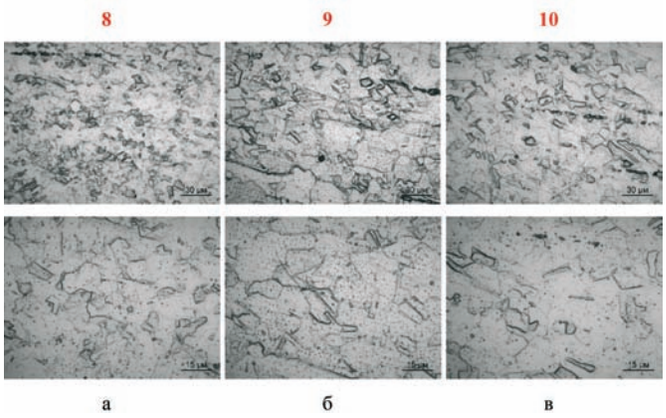


Рисунок 3 – Микроструктура продольного сечения материала вытеснителя на различных отметках по высоте активной зоны

На поверхности образца №8 с отметки «-175» наблюдается повышенное содержание включений средних размеров в диапазоне 3 - 5 мкм как на границе, так и в теле зерна, предположительно карбидов хрома, тогда как поверхность образца с отметки «0» характеризуется большой концентрацией мелких включений (рис 3б) размерами менее 2 мкм. Так же всем трем образцам присуще присутствие на поверхности хаотично расположенных крупных включений правильной формы, вероятней всего карбидов титана. В продольном сечении присутствует слегка полосчатое расположение крупных неметаллических включений, тогда как ориентированность зерен аустенита не наблюдается.

На рисунке 4 приведено распределение микротвердости материала вытеснителя из аустенитной стали ЭИ-847 по высоте активной зоны. Видно, что ближе к верхней части активной зоны микротвердость аустенитных зерен плавно снижается до 5 %, которое возможно обусловлено тем, что длительное воздействие более

повышенной температуры облучения приводит к релаксации внутренних напряжений.

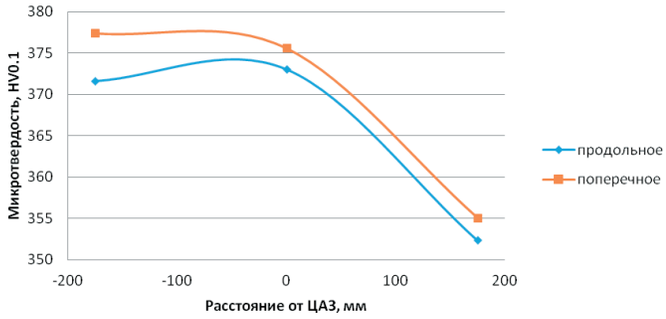


Рисунок 4 – Изменение микротвердости материала вытеснителя ТВС Ц- 1сп в зависимости от расстояния от ЦАЗ

Заключение

Исследования образца материала вытеснителя Ц- 1сп из аустенитной стали 09Х16Н15М3Б (ЭИ-847) показало, что в ходе эксплуатации в реакторе БН-350 под влиянием радиационного облучения в структуре материала наблюдаются различные дефекты. Микроструктура образцов материала вытеснителя Ц- 1сп характеризуется равноосными зернами аустенита (γ-железо) и содержанием высоких концентрации вторичных выделении различных типов. Показано, что образование большого количества мелкодисперсных выделений типа MX (Nb,(CN) и TiC для сталей 09Х16Н15М3Б создает микроструктуру стали с достаточно высоким сопротивлением к распуханию. Установлено что длительное воздействие повышенных температур облучения приводит к релаксации внутренних напряжений аустенитной стали.

Литература

1. Коянбаев Е.Т., Сапатаев Е.Е., Кожахметов Е.А., Кукушкин И.М., Курбанбеков Ш.Р., Миниязов А.Ж., Букина О.С. Эволюция структуры и фазового состава облученной нейтронами стали 12Х18Н10Т после длительного изотермического отжига // Вестник НЯЦ РК выпуск 1, март 2018, 84-89.

2. Щербак В.И., Быков В.Н., Дмитриев В.Д., Поролло СИ. Влияние условий облучения и химического состава на развитие радиационных повреждений в облученных нейтронами сталях и сплавах//Атомная энергия - 1979, Т.46, Вып.2, С. 91-96.

3. Цай К.В. Оценка радиационного упрочнения стали 12Х18Н10Т – материалачехла отработавшей топливной сборки реактора БН-350 //Вестник НЯЦ РК – 2009 Вып.3, 45-53.

4. Портных И.А., Панченко В.Л., Щербаков Е.Н., Козлов А.В. Изменения микроструктуры стали ЭИ-847 при длительном облучении в реакторе на быстрых нейтронах при температурах 300 - 390 °С // Международная конференция по радиационному материаловедению, Заречный, Россия.

5. Максимкин О.П. Анализ результатов и новая концепция исследования материалов тепловыделяющих сборок реактора БН-350// Сборник материалов международной конференции «Ядерная и радиационная физика», (26-29 сентября 2005г). Алматы. 2006.Т.1. С. 98 - 134.

6. Дмитриев В.Д., Поролло СИ., Воробьев А.Н., Бибилашвили Ю.Н., Головнин И.С., Романеев В.В. Исследование распухания и механических свойств оболочек твэлов из стали 06Х16Н15М2Г2ТФР после облучения в реакторе БН-600 до повреждающей дозы 87,5 сна // Труды Международной конференции по радиационному материаловедению, Алушта, 22-25 мая 1990 г., Т.3, С. 49-55.

E. I. KULDEYEV, I. V. BONDARENKO

DIATOMETES - NATURAL MULTI-PURPOSE MATERIAL TO BE USED FOR THE ECONOMY OF KAZAKHSTAN

Abstract. This article is devoted to the issue of using diatomites in agricultural and industrial production in the Republic of Kazakhstan. Prior assessment of the diatomite deposits shows about 200 million tons mainly found in Mugodzhar district of Aktobe Region. From the world's practice, diatomites are known to be used as filter materials, hydraulic additives, also in producing building bricks and thermo-leg materials.

Nowadays in Kazakhstan, diatomites are neither extracted nor used commercially. Meanwhile, Kazakhstani diatomites present affordable raw material to produce components of building materials, sorbing agents in production of refined deodorized vegetable (sunflower) oil. The authors of this article suggest an innovational solution on using activated hydrated silica as filling agents for mineral fertilizers, also known as generics. They can provide dosed supply of useful components directly to plants' roots, saving moist in soil and preventing washing away of valuable components into lower layers of soil, which leads to contamination of underground water basins with undigested fertilizers. Diatomite can interact with insoluble calcium phosphate of the soil forming soluble compounds.

The most important feature of the generics offered is much lower (three to four times) cost compared to traditionally used fertilizers, so that they can be used in grain production with higher profit. It is especially topical in Kazakhstan and any other country in the risk farming area, where using mineral fertilizers is too expensive.

In Kazakhstan, in grain production only, current demand of generics can be minimally estimated as 150-160 thousand tons a year, prospectively growing to 7-8million tons a year. Using generics can bring millions of hectares of fields back to agricultural turnout and turn Kazakhstan into one of the leaders in the market of agricultural products.

Key words: Kazakhstan industry, raw diatomites, ,activated diatomites, building material component, sorbing agent, sunflower oil, filling agents, mineral fertilizer

Е. И. КУЛЬДЕЕВ, И. В. БОНДАРЕНКО

ДИАТОМИТЫ – ПРИРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Статья посвящена вопросу использования диатомитов в промышленном и сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан. По предварительной оценке запасы казахстанских диатомитов

КУЛЬДЕЕВ Е.И.

Кандидат технических наук Республики Казахстан и Российской Федерации. Доцент, академик КазНАЕН.

Автор свыше 90 научных публикаций, в том числе 1 монографии и 7 учебных пособий. Разработчик ГОСО РК по специальности «Геология и разведка МПИ», «Гидрогеология и инженерная геология».

составляют более 200 млн. тонн, сосредоточенных, в основном, в Муголжарском районе Актюбинской области.

Известно, что в мировой практике диатомиты используются, главным образом для производства гидравлических добавок, строительного кирпича, теплоизоляционных изделий и фильтрующих материалов.

В настоящее время в Казахстане диатомиты в промышленном масштабе не добываются и не используются, в то время как казахстанские диатомиты представляют собой доступный высококачественный сырьевой материал для производства компонента строительных материалов, сорбента для получения рафинированного дезодорированного подсолнечного масла. Авторами статьи предлагается инновационное решение по использованию активированного гидратированного кремнезема в качестве наполнителя минеральных удобрений – «дженериков», обладающих свойствами дозированной подачи полезных компонентов в прикорневую систему растения, удерживания влаги в почве, исключения вымывания ценного компонента в нижележащие слои и загрязнения неусвоенными минеральными удобрениями грунтовых вод. Диатомит может вступать во взаимодействие с нерастворимыми фосфатами кальция почвы с образованием водорастворимых соединений.

Важной характеристикой предлагаемых дженериков является их более низкая (в 3-4 раза) стоимость по сравнению с используемыми традиционными минеральными удобрениями, что позволит применять их в зерновом растениеводстве с получением прибыли, так как на сегодняшний день в Казахстане и в других странах мира, относящихся к зоне рискованного земледелия, сложилась неблагоприятная ситуация с применением минеральных удобрений из-за их высоких цен.

Существующие потребности Казахстана в дженериках только в зерновом растениеводстве могут быть минимально оценены в 150-160 тыс. тонн, перспективные – до 7-8 млн. тонн в год. Использование активированных диатомитов даст возможность вернуть в сельскохозяйственный оборот миллионы гектаров пашни и сделать Казахстан одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: индустрия Казахстана, диатомитовое сырье, активированные диатомиты, компонент строительных материалов, сорбент, подсолнечное масло, наполнитель, минеральное удобрение.

Введение. Диатомит (кизельгур, трепел) – осадочная горная порода, состоящая преимущественно из останков диатомовых водорослей и простейших организмов. По оценке Геологической службы USGS, мировые запасы диатомита составляют более 1 млрд. тонн, из которых около 250 млн. тонн приходятся на США и 110 млн. – на Китай. Разведанные запасы диатомита в России составляют 350 млн.т.

В настоящее время объем добычи диатомита в мире составил свыше 2,5 млн.т в год. Основной объем диатомита производится в США (33% мирового производства), Китае (24%), Дании (12%), Японии (6%), Мексике (6%) и Франции (3%). США является крупнейшим производителем, потребителем и экспортером диатомита. На долю СНГ приходится 4% мирового производства диатомита. Среднегодовые внутренние цены США ~300 $/т, добыча в основном ведется шахтным методом. Рынок диатомита в США в среднем ежегодно оценивается в 180 млн.$. На рисунке 1 приведены запасы и добыча природного диатомита в мире.

Диатомиты являются разновидностью кремнистого сырья, обладающей большой пористостью (с чем связана их высокая способность к адсорбции), плохой тепло- и звукопроводимостью, тугоплавкостью и кислотостойкостью. Благодаря своим специфическим свойствам диатомиты рассматриваются как минеральное сырье многоцелевого назначения. Основные области применения диатомита в США: фильтрация – 67%, применение в качестве добавок к цементу – 15%, адсорбента – 11%, наполнителя – 7%, прочие сферы (включая производство специализированной фармацевтической продукции) — менее 1%. [1-3].

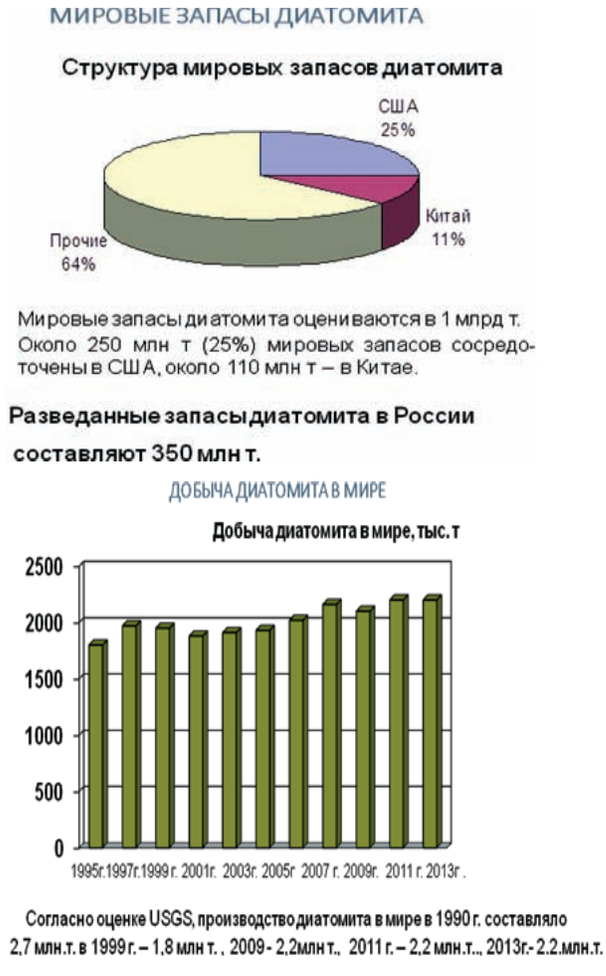


Рисунок 1- Мировые запасы и добыча природного диатомита

По оценочным данным запасы диатомитов Казахстана составляют более 200 млн. тонн, основная часть которых сосредоточена в Мугоджарском районе Актюбинской области [4]. На рисунке 2 представлены три основных месторождения природного диатомита расположенных в районе г. Эмбы Актюбинской области.

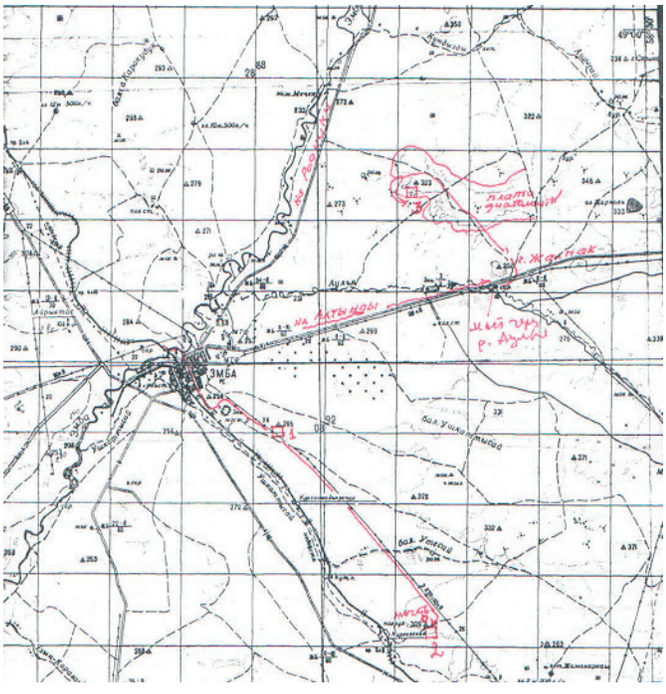


Рисунок 2 - Обзорная карта расположения месторождений природного диатомита

Диатомитовое плато Жалпак расположено в 28 км. от г.Эмбы рисунок 3. Диатомитовая руда месторождения плато Жалпак содержит, вес. %: SiO_2 – 70; Al_2O_3 – 9,2; Mg – 2,35; TiO_2 – 0,41, остальное составляют примеси соединений железа. Актюбинская руда характеризуется уникально низким содержанием соединений фосфора, мышьяка и фтора, что является существенным преимуществом, так как не требует дополнительной очистки от них. В настоящее время добыча и переработка диатомитовых руд на территории Казахстана не ведется.

Рисунок 3 - Панорама диатомитового плато Жалпак

На рисунке 4 представлено место отбора пробы диатомитовой породы после зачистки поверхности у основания холма.

На сегодняшний день диатомиты используются, в основном, для производства следующих изделий и материалов.

1) Гидравлические добавки. Диатомиты, как гидравлические добавки, используются при получении белых цементов. При производстве белых цементов в состав клинкера вводится до 6% диатомитов.

Рисунок 4 – Место отбора пробы диатомитовой породы месторождения Жалпак

2) Строительный кирпич. Для производства строительного кирпича используются обычно средне- и низкокачественные глинистые разновидности диатомита. В отличие от обычного строительного кирпича диатомитовый кирпич вдвое легче, обладает высокими тепло- и звукоизоляционными характеристиками.

3) Теплоизоляционные изделия и материалы. В теплоизоляционной промышленности диатомиты используются как в естественном виде (в качестве засыпной порошковой изоляции), так и в форме разнообразных обжиговых и мастичных изделий.

4) Фильтрующие материалы. Диатомиты являются одним из основных видов сырья для производства фильтровальных порошков для пищевой промышленности. Однако в естественном виде диатомитовые порошки, как правило, мало пригодны для использования в качестве фильтрующих материалов. В связи с этим для улучшения характеристик диатомитов проводят удаление глинистых и песчаных примесей, вредных оксидов и органики, а также осуществляют обжиг (около 1000°С) диатомитов, что приводит к существенному улучшению свойств фильтровальных порошков. Также диатомиты используются в качестве катализаторов, адсорбентов при осветлении нефтепродуктов, наполнителей пластмасс, красок; осушителей; носителей инсектицидов и др.

В Казахстане отсутствуют предприятия по переработке диатомитового сырья, хотя применение диатомитовых компонентов будет возрастать, о чем свидетельствует опыт применения данного сырья в промышленности экономически развитых стран.

Известно, что использование диатомита повышает марку силикатного кирпича, так как аморфный кремне-

зем активно вступает в химическую реакцию с известью уже при обычной температуре [5].

Необходимо проведение исследований по технологии подготовки диатомитов с определением оптимальных условий получения силикатных кирпичей высокого качества в безавтоклавных условиях, что увеличит объемы производства продукции, обеспечит снижение себестоимости и повышение существующей марочности качества со 150 до более 200 единиц на заводах ТОО «Лотос Актобе» (АО «Актюбинский завод ферросплавов»), АО «Коктас – Актобе» и SBS Group, ТОО Актобе.

Диатомит является важным компонентом при создании сухих строительных смесей (ССС). Диатомиты относятся к так называемым кислым добавкам. При смешивании их в тонкомолотом виде с воздушной известью они придают ей свойства гидравлического вяжущего, а в смеси с портландцементом повышают его сульфатостойкость [6, 7]. Диатомиты обладают высокой пористостью и являются хорошими инсектицидами. Эти свойства диатомитов широко используют при производстве товарного бетона, строительных растворов и ССС различного назначения.

Действие диатомитов как активных минеральных добавок основано на способности содержащегося в них аморфного кремнезема связывать известь в низкоосновные гидросиликаты кальция по схеме: $SiO_2+Ca(OH)_2+n(H_2O) = CaOxSiO_2xH_2O$ [6].

Способность связывать гидроксид кальция в присутствии воды при обычной температуре обусловлена содержанием в диатомитах веществ в химически активной форме, поэтому характер и интенсивность взаимодействия с известью различны. Количество аморфного SiO_2 в диатомитах может колебаться от 40 до 100% к общему количеству SiO_2. Для улучшения качественных характеристик ССС и уменьшения расхода цемента проводится активация диатомита и добавление поликарбоксилатного суперпластификатора «Флюкс 1». Требуется проведение исследований по использованию активированных казахстанских диатомитов в ССС, а также в качестве компонента водоэмульсионных, органорастворимых и фасадных красок. В г. Актобе находится завод Группы компаний «Алина», занимающийся переработкой гипса и подготовкой строительных смесей на его основе, на производственной базе которых возможна апробация предлагаемой добавки.

Казахстанские диатомиты – сырьевой материал для производства отбеливающей земли, используемой для получения рафинированного дезодорированного подсолнечного масла [8]. При применении диатомитов в качестве отбеливающих земель были достигнуты результаты по показателям маслоемкости, активности и скорости фильтрации, не уступающие качеству бентонитовых отбеливающих земель импортных производителей.

Предложена технология получения адсорбентов на основе кислотноактивированных диатомита и бентонита. Получены данные о влиянии технологических параметров на процесс очистки подсолнечного масла контактным способом с использованием разработанных адсорбентов [9].

В работах [10-12] описан опыт внедрения отбеливающих земель на заводах подсолнечного масла в России. Необходимы исследования казахстанского модифицированного диатомита на предприятии в г. Актобе, выпускающем подсолнечное масло.

Результаты и обсуждение. Авторами данной статьи предлагается технологическое решение по использованию гидратированного кремнезема в качестве носителя минеральных удобрений, особенно для щелочных почв. Идея использовать диатомиты в качестве своеобразного удобрения, обеспечивающего создание накопителей влаги внутри клеток растений, активатора трансформации природного фосфата в водорастворимую форму, а также естественного адсорбента, обеспечивающего пролонгированную дозированную подачу ионов минерального удобрения в прикорневую систему растений, является инновационной для технологии производства и применения минеральных удобрений.

Применение природного пористого диатомитового носителя позволяет обеспечить дозированную подачу минерального удобрения в прикорневую систему растения, удерживать влагу в почве, исключить вымывание ценного компонента в нижележащие слои и загрязнения неусвоенными минеральными удобрениями грунтовых вод. Сущность технологии подготовки и активации диатомитовой руды заключается в измельчении и химической обработке диатомитовых руд Актюбинской области с переводом соединений металлов, угнетающих рост растений, в раствор. Оставшийся кек, представляющий собой гидратированный гель кремниевой кислоты с примесями оксида алюминия, смешивается с минеральными удобрениями (аммиачная селитра, аммофос, нитрофоска, фосфомука и т.д.), гранулируется, сушится и является высокоэффективным и дешевым минеральным удобрением с пористой структурой на кремнеземистом носителе. Испытания по применению диатомитов в сельском хозяйстве, в основном, проводятся компаниями, добывающими диатомитовые руды, и носят утилитарный характер без глубокого научного обоснования полученных результатов. Исследования российских ученых отводят диатомитам только роль носителей, наполнителей пестицидов и пролонгированных удобрений, предотвращающих слёживание удобрений и ядохимикатов. Ряд российских предприятий, осуществляющих добычу диатомитовых руд, предлагают измельченные диатомиты в качестве кремнеземистых удобрений [13-14]. Смеси мелкодисперсной активированной очищенной диатомитовой руды с минеральными удобрениями названы дженериками (дешевые заменители без потери качеств, по аналогии с лекарственными средствами). Наиболее важной характеристикой предлагаемых дженериков является их более низкая (в 3-4 раза) стоимость по сравнению с используемыми минеральными удобрениями, что позволит применять их в зерновом растениеводстве с получением прибыли, так как на сегодняшний день в Казахстане и в других странах мира, относящихся к зоне рискованного земледелия, сложилась неблагоприятная ситуация с применением минеральных удобрений из-за их высоких цен. Происходит быстрое обеднение почв и даже мероприятия по севообороту и использованию «нулевой» технологии сева не обеспечивают достаточный возврат полезных компонентов (азота, фосфора, калия и т.д.) в почву.

Технология прошла предварительную опытную апробацию: партия в 70 кг синтетического дженерика в 2011 году испытана на четырех культурах (яровая пшеница, сапфлор, ячмень, просо) на Актюбинской опытной сельскохозяйственной станции. Получены предварительные результаты – увеличение роста урожайности составило около 50%. Данная технология может быть реализована на крупнейших казахстанских предприятиях по производству минеральных удобрений: АО «Казазот» и АО «Казфосфат».

Преимущества разрабатываемой технологии подготовки и применения диатомита в качестве наполнителя минеральных удобрений заключаются в следующем:

- простота технологических решений, для реализации которых требуется недорогое стандартное оборудование, основной компонент диатомитовая руда – природный материал, который легко добывается экскавацией;
- совмещение в дженерике свойств минерального удобрения и влагозадерживающего вещества;
- ценовая доступность для конечного потребителя;
- безотходность технологии производства;
- простота в применении дженериков заключается в том, что они подаются в почву сеялками совместно с семенами.

Применение мелкодисперсного пористого диатомита в качестве основного влагозадерживающего компонента минеральных удобрений не описано в научно-технической литературе.

Основными технологическими характеристиками будущей продукции являются:

- вид продукта (дженерика): легкие пористые гранулы диаметром 5-6 мм;
- содержание и состав: содержание минерального компонента в массе 25-30%, остальное тонкоизмельченная выщелоченная диатомитовая руда Актюбинской области. Состав варьируется в зависимости от агрономических требований. Например, при выращивании зерновых культур в Актюбинской области и в большинстве степных регионов Казахстана, характеризующихся щелочным составом почв, наиболее востребованы фосфорные удобрения
- нормативы подачи: предварительно 150-200 кг/га гранулированных дженериков (в зависимости от свойств почв и выращиваемой культуры);
- сроки действия: нами прослежен эффект последействия на протяжении 2-х лет.

Уникальность разрабатываемой технологии заключается в следующем:

- простота технологических решений, для реализации которых требуется недорогое стандартное оборудование, основной компонент- диатомитовая руда-природное вещество, которое легко добывается экскавацией;
- совмещение в дженерике свойств минерального удобрения и влагозадерживающего вещества;
- ценовая доступность для конечного потребителя;
- безотходность технологии производства;
- простота применения дженериков заключается в том, что они подаются в почву сеялками совместно с семенами.

Существующие потребности Казахстана в дженериках только в зерновом растениеводстве могут быть минимально оценены в 150-160 тыс.тн в год, перспективные до 7-8 млн.тн в год [15].

Выводы. Маркетинговый анализ показал актуальность и необходимость вовлечения в сферу в промышленную разработку казахстанских диатомитов применительно к производству высококачественного силикатного кирпича, сухих строительных смесей сорбентов для рафинирования подсолнечного масла и наполнителей минеральных удобрений.

Разработана технология отмывки и химического обогащения диатомитовой породы, позволяющая получать высококачественный активированный диатомит, практически не содержащий вредных примесей - соединений фтора, фосфора и мышьяка.

Показано что активированные диатомиты являются инновационным материалом многоцелевого назначения для развития индустрии Республики Казахстан.

Полученный пористый продукт можно использовать как компонент высококачественных силикатных продуктов, в качестве отбеливающей земли для рафинирования и дезодорации растительного масла.

Предложенный в качестве носителя минеральных удобрений гидратированный кремнезем, полученный из диатомитового сырья, обеспечивает пролонгированное действие питательного вещества и достаточный уровень влаги в почве.

Данная технология позволит вернуть в сельскохозяйственный оборот миллионы гектаров необрабатываемой земли и сделать Казахстан одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции. Предложенная технология может найти широкое применение не только в Казахстане, но и в мире.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Обзор рынка диатомита в СНГ (отчет экспертов ОО «ИГ «Инфомайн»). М., 2016. - 171 с.

[2] Иванов С.Э. Диатомит и области его применения / С.Э. Иванов, А.В. Беляков //Стекло и керамика. 2008. - №2. - С. 18-21.

[3] Применение диатомита. Информационно-образовательный портал Veni-Vidi-Vici.

[4] Отчет аналитической службы АО «Региональный финансовый центр Алматы» за 2010 г.

[5] Кварцевый песок – материал для производства силикатного кирпича//arxipedia.ru/silikatnyj-kirpich

[6] Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов. М.: Стройиздат. 1976. с. 344.

[7] Пустовгар А.П.Эффективность применения активированного диатомита в сухих строительных смесях// info@vulkanit.com

[8] Гостева Г.Г., Петренко Е. В., Журавлева Г Н. Производство отбеливающих земель из диатомита: Способ получения и промышленная технология //http://docme.ru/doc/1599137/proizvodstvo-otbelivayushhih-zemel._-iz-diatomita-chast._-4.-pr.

[9] Пономарев В.В. Технология адсорбентов для очистки растительных масел на основе диатомита и бентонита Ростовской области

[10] Убаськина Ю.А., Петренко Е.В. Производство отбеливающих земель из диатомита: Свойства диатомита при кальцинировании //Новые технологии. 2012. - Выпуск 2. - С.57-62.

[11] Убаськина Ю.А., Петренко Е.В. Производство отбеливающих земель из диатомита. Модифицирующие добавки //Новые технологии. 2012. - Выпуск 2. - С.62-65.

[12] Бутина Е.А., Герасименко Е.О., Стрыженок А.А., Шабашева С.В., Никифоров Е.А., Убаськина Ю.А., Барановская Т.Д. Применение отбеливающих земель на основе диатомита для отбелки растительных масел // Масла и жиры. - 2012. - Выпуск 2(131). - С.17-19.

[13] Дьяков В. М., Матыченков В. В., Чернышев В. А., Аммосова Я. М. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве //Актуальные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. - Выпуск 7. - М.: НИИТЭХИМ, 1990. - 32 с.

[14] Садакова Р.В. Применение диатомита в сельском хозяйстве //min.usaca.ru/ uploads/article/ attachment/353.

[15] Козлов Г.А. К вопросу о получении щелочных силикатов из опал-кристобалитовых кремнистых пород для производства пористых заполнителей //Известия вузов. Строительство. 2009. - №11-12. - С. 20-23.

REFERENCES

[1] Obzor rynka diatomita v SNG (otchiot expertov OO “IG INFOMAIN”). M.,2016. – 171 s. (in Russ.)

[2] Ivanov S.E. Diatomit i oblasti evo primeneniya / S.E. Ivanov, A.V. Belyakov //Steklo i keramika. 2008. - №2. - S. 18-21. (in Russ.)

[3] Primenenie diatomita. Informacionno-obrazovatelnyi portal Veni-Vidi-Vici. (in Russ.)

[4] Otchiot analiticheskoi gruppy AO «Regionalnyi finansovyi centr Almaty» za 2010 g. (in Russ.)

[5] Kvartsevyi pesok – material dlya proizvodstva silikatnovo //arxipedia.ru/silikatnyj-kirpich (in Russ.)

[6] Butt.IU.M. Tekhnologiya tsementa i drugih vyazhushikh materialov. M.: Stroiizdat. 1976. s. 344. (in Russ.)

[7] Pustovgar A.P. Effektivnost primeneniya aktivirovannogo diatomita v sukhikh stroitelnykh smesyakh[8] Gosteva G.G., Petrenko E. V., Juravliova G.N. Proizvodstvo otbelivaiushikh zemel iz diatomita: Sposob polucheniya I promyshlennaya tekhnologiya. //http://docme.ru/doc/1599137/proizvodstvo-otbelivayushhih-zemel._-iz-diatomita-chast._-4.-pr. (in Russ.)

[9] Ponomarev V.V. Tekhnologiya adsorbentov dlya ochistki rastitelnykh masel na osnove diatomite i bentonita Rostovskoi oblasti. (in Russ.)

[10] Ubaskina IU.A., Petrenko E.V. Proizvodstvo otbelivaiushikh zemel iz diatomita: Svoistva diatomita pri kaltsinirovanii //Novye tekhnologii. 2012. - Vypusk 2. - S.57-62. (in Russ.)

[11] Ubaskina IU.A., Petrenko E.V. Proizvodstvo otbelivaiushikh zemel iz diatomita. Modifitsiruiushie dobavki //Novye tekhnologii. 2012. - Vypusk 2. - S.62-65. (in Russ.)

[12] Butina E.A., Gerasimenko E.O., Stryzhenok A.A., Shabasheva S.V., Nikiforov E.A. Ubaskina IU. A., Baranovskaya T.D. Primenenie otbelivaiushikh zemel na osnova diatomita dlya otbelki rastitelnykh masel //Masla i zhiry. - 2012. - Vypusk 2(131). - s.17-19. (in Russ.)

[13] Diyakov V.M., Matychenkov V.V., Chernyshev V.A., Ammosova YA.M. Ispolzovanie soedinenii kremniya v selskom khoziaistve //Aktualnye voprosy khimicheskoi nauki i tekhnologii i okhrany okrrujaiushei sredy. - Vypusk 7. - M.: NIITEHIM, 1990. - 32 s. (in Russ.)

[14] Sadakova R.B. Primemenie diatomite v selskom hoziaistve //min.usaca.ru/ uploads/article/ attachment/353. (in Russ.)

[15] Kozlov G.A. K voprosu o poluchenii shellochnykh silikatov iz opal-kristabalitovyh kremnistyh porod dlya proizvodstva poristyh zapolnitelei //Izvestiya vuzov. Stroitelstvo. 2009. - №11-12. - S. 20-23. (in Russ.)

КӨЛДЕЕВ Е.И., БОНДАРЕНКО И.В.

Металлургия және кен байыту институты,
Алматы, Қазақстан

ДИАТОМИТТЕР – ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКАСЫ ҮШІН КӨП МАҚСАТТА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТАБИҒИ МАТЕРИАЛ

Аннотация. Бұл мақала Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік және ауылшаруашылық өндірісінде диатомиттерді пайдалануға арналған. Алдын ала бағалау бойынша, Қазақстанның диатомиттік қоры 200 млн. тоннадан асады, негізінен Ақтөбе облысының Мұғалжар ауданында шоғырланған

Әлемдік тәжірибеде диатомиттер негізінен, гидротехникалық қоспалар, кірпіш, жылу оқшаулағыш өнімдер мен сүзгі материалдарын өндіру үшін қолданылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда диатомит өнеркәсіптік ауқымда өндірілмейді және пайдаланылмайды.

Мақала өсімдіктің тамыр жүйесіне пайдалы компоненттерді мөлшермен беретін, топырақта ылғалды ұстап тұратын, бағалы компоненттің төменгі қабатқа жуылып кетпейтінін, жер асты суларын сіңірілмеген минералды тыңайтқыштармен ластанбауын қадағалайтын қасиеттері бар минералды тыңайтқыштар толтырушы – «генериктер» ретінде белсендірілген ылғалданған кремний диоксидін пайдалану үшін инновациялық шешімдерді ұсынады. Диатомит суда еритін қосылыстарды қалыптастыра отырып топырақтың ерімейтін кальций фосфатымен өзара әрекеттесе алады.

Ұсынылған генериктердің ең маңызды сипаты - оларды қазіргі уақытта қолданылатын астық өсімдік шаруашылығында пайда әкелуге мүмкіндік беретін дәстүрлі минералды тыңайтқыштармен салыстырғанда бағасы (3-4 есе) төмен, сондықтан оларды пайда таба отырып дәнді дақылдарды өсіруде қолдануға болады,

өйткені бүгінгі күнде қауіпті фермерлік шаруашылық аймағына жататын Қазақстан және әлемнің басқа елдерінде жоғары бағаға байланысты минералды тыңайтқыштарды қолданудың қолайсыз жағдайлары туындады.

Қазақстанның тек астық өсімдік шаруашылығында «генериктерге» деген қажеттілігі барынша төмен 150-160 мың тоннаға бағалануы мүмкін, ал перспективалы қажеттілігі жылына 7-8 млн. тоннаға жетеді.

Берілген технология ұзақ мерзімді перспективада ауылшаруашылық айналымына миллион гектар егістік жерлерге қайта оралуға және Қазақстанды ауыл шаруашылық өндірісінің жетекші өндірушілерінің біріне айналдыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған технологиялар тек Қазақстанда ғана емес, бүкіл әлемде кеңінен қолданылуы мүмкін.

Түйінді сөз: Қазақстан Республикасының өнеркәсібі, диатомит өнімдері, белсендірілген диатомиттер, құрылыс өнімдерінің бөлігі, сорбент, күнбағыс майы, толтырғыш, минералды тыңайтқыш.

НАУРЫЗБАЕВ М.К.

Д.т.н., профессор, академик НАЕН РК

Автор более 600 работ, в том числе более 300 научных статей, более 90 авторских свидетельств и патентов
Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Факультет химии и химической технологии.

M.K.NAURYZBAYEV, YU.A.SHAPOVALOV, F.M.GUMEROV, R.R.TOKPAYEV, YE.S.IKHSANOV

”GREEN” TECHNOLOGIES BASED ON SUPERCRITICAL MEDIA IN KAZAKHSTAN

As a result of the activity of the mining and metallurgical complex, the metallurgical processing industry, petrochemical and building materials industries, more than twenty billion tons of waste have accumulated in the republic, one third of which is toxic. A significant contribution to the deterioration of the environmental situation is made by the fuel and energy sector of production and transport, which emit nitrogen oxides, sulfur dioxide, soot, lead and, in an enormous amount, oxide and carbon dioxide [1]. Total CO_2 emissions in 2014 were estimated at 313.4 million tons of CO_2 equivalent. At the same time, carbon dioxide emissions amounted to 243.8 million tons per year, nitrous oxide (N_2O) - 17.0 million tons per year, methane (CH_4) - 50.67 million tons per year, specific GHG emissions amounted to about 18 tons per capita [2].

In this regard, Kazakhstan adopted a number of policy documents on the transition to a “green” economy, presented in the Strategy “Kazakhstan-2050” and the Concept for the transition to a “green” economy. In addition, Kazakhstan has ratified the Paris Climate Agreement, according to which the republic undertakes to reduce greenhouse gas emissions to 15% by 2030 in relation to 1990.

Possible ways to improve environmental performance in all key sectors of the economy and reduce greenhouse gas (GHG) emissions can be the introduction of energy-saving, environmentally friendly “green” technologies that can replace existing inefficient industrial production.

The main criteria of “green” technologies:

- the absence of emissions of gases and by-products into the environment;
- target products should be easily destroyed, not accumulated, not toxic;
- the use of toxic chemicals should be minimized;
- energy costs should be minimized;
- the raw material for the production of products must be renewable;
- auxiliary technological stages should be reduced.

As such an environmentally safe technology that meets the high requirements of the “green economy”, supercritical fluid technology (SCFT) can be included, which has found wide application in various sectors of industrial production.

Supercritical fluids in industrial production. Supercritical fluids are formed at a temperature and pressure exceeding the critical parameters of the substances. The substance in the fluid state can be considered as a liquid, for which the properties of the gas are characteristic, i.e. the gaseous and liquid phases become indistinguishable. This physical state of the substance has a number of advantages, with respect to substances under normal conditions. Supercritical fluids have fast mass transfer due to low viscosity and high diffusion coefficient; have low interfacial tension, which allows fluids to penetrate easily into porous materials in comparison with liquids, providing their high dissolving power. Pressure relief can separate easily fluids and substances dissolved in them. The above-described advantages of super-

critical fluids can be used successfully in a number of scientific and technological tasks: extraction, drying, impregnation, dispersion, regeneration, purification, immobilization, chromatography, behavior of chemical reactions, including polymerization, etc.

At present, a wide range of organic and inorganic compounds is used as fluids. Table 1 lists the substances most often used to solve scientific and applied problems.

Table 1. Substances and parameters of their critical state

Substance	Chemical structure	Molecular mass	Critical temperature Tcr, K	Critical pressure Pcr, MPa	Critical density Pcr, kg·m^{-3}
Carbon dioxide	CO_2	44.01	304.14	7.378	467.8
Water	H_2O	18.015	647.1	22.06	322.2
Methane	CH_4	16.04	190.55	4.595	162.7
Ethane	C_2H_6	30.07	305.33	4.872	206.5
Propane	C_3H_8	44.09	369.82	4.247	221
Ethylene	C_2H_4	28.05	282.35	5.04	214
Propylene	C_3H_6	42.08	364.9	4.60	232
Methanol	CH_3OH	32.04	512.6	8.09	272
Ethanol	C_2H_5OH	46.07	516.0	6.3	276
Acetone	C_3H_6O	58.08	509.0	4.70	278
Ammonia	NH_3	17.03	405.3	11.1	235

In solving applied problems, supercritical carbon dioxide (SC-CO_2) was particularly popular [3, 4]. This is due to its easily achievable critical parameters: temperature 31.2 °C and pressure 72.8 atm. It is important that carbon dioxide is a non-toxic, non-flammable, inexpensive substance; it is a gas under normal conditions, which greatly facilitates its separation from the target products. The replacement of organic solvents with carbon dioxide significantly improves the production safety, as well as the quality of the resulting products. Extraction of natural plant raw materials by SC-CO_2 provided almost complete extraction of a complex of bioorganic compounds corresponding to the natural composition of plants.

Since the beginning of the 90s, SC-fluids have been used to conduct technological processes in the food, pharmaceutical, perfumery and cosmetic industries, as well as in medicine. The supercritical method, at present, expands the possibilities of practical application of the method in the synthesis and processing of polymers, for the production of new materials in the petrochemical and oil refining industry, metallurgy, in the production of biodiesel, biotechnology, surface cleaning; regeneration of petroleum products, industrial oils, sorbents and catalysts.

Supercritical technology meets the basic modern safety criteria: energy saving, processes usually take place in one stage and with high efficiency, in addition, the technology is optimized and automated simply, processes are implemented using renewable raw materials, including waste from other environmentally hazardous industries.

In this regard, attention should be paid to the role of SCFT in the processing of wastes from the agro-industrial complex of Kazakhstan. The tobacco plantations in the Chilik district of the Almaty region were founded in the middle of the last century when Kazakh cigarettes were produced, thanks to their quality and aroma. Today these factories are closed, instead of Kazakh cigarettes, new brands have appeared, but the tobacco continues to grow on the plantations. As is known, tobacco leaves contain essential oils, alkaloids, carbohydrates, proteins, the most important of which is nicotine. The toxic property of nicotine is used as an insecticide for pest control, for example, the Colorado potato beetle, pathogenic fungi: Streptomycesscabies, Clavibactermichiganensis and Pythiumultimum. Another important use of nicotine is the production of nicotinic acid (vitamin PP or niacin), which prevents the pellagra disease.

As is known, vitamin PP is an essential component of a complex of vitamins to enhance the immunity of all living organisms (humans, animals, birds, fish, etc.).

Thus, an important technological challenge at present is the search for an effective method for recycling tobacco waste that can be solved by extraction with supercritical carbon dioxide (SC-CO_2). Preliminary studies have shown the possibility of a significant extraction of nicotine by 87-88.5% and nitrosamines by 90-94% from tobacco waste with SC-extraction of CO_2 for 1.5-3.0 hours.

Man's economic activity usually affects the biosphere adversely. Biological objects, including humans, are exposed to ultraviolet, ozone, fog, etc. Along with food and water, heavy metals, pesticides, and other hazardous and polluting substances enter the human body. This leads to a weakening of immunity, a violation of metabolism, the emergence of a wide range of severe diseases.

In this regard, an important role is assigned to natural biologically active additives (BAA), which has a health function, which includes antioxidants, vitamins, the addition of which in human food in small quantities strengthens the immune system, leading to a reduction in the risk of many diseases. One of the most active and universal means of this purpose are carotenoids, for example, lycopene.

Lycopene belongs to the class of carotenoids, which gives a red color to fruits and vegetables. The biological activity of lycopene is associated with its pronounced antioxidant properties, i.e. ability to inhibit radical processes in cells. The health function of lycopene is the prevention of cancer; strengthening of immunity; normalization of cholesterol metabolism and slowing down of aging processes. Lycopene activates the digestive process; has a suppressive effect on the pathogenic intestinal microflora, maintains the acid-base balance in the body, strengthens the walls of blood vessels and capillaries; promotes skin rejuvenation. Lycopene is used to prevent osteoporosis, it lowers blood pressure, improves genital function in men and women, facilitates the course of bronchial asthma, as well as allergic skin diseases and completely cures them.

Lycopene is of great practical importance for veterinary medicine, since it has a high preventive and curative effectiveness in pigs' hypotrophy and obstetrical and gynecological pathology of cattle. In addition to the preventive health-improving function, lycopene can be widely used in the food industry as a substitute for chemical dyes in confectionery, vegetable and animal oils, and creams. Its importance in the manufacture of sausages is particularly great, where it can replace sodium nitrite.

We used the method of supercritical extraction to obtain lycopene from tomato production waste in the SC-CO_2 medium. Determination of the content of lycopene, alpha-carotene, and beta-carotene in the extract was carried out using high-performance liquid chromatography. The results of the studies showed that the amount of lycopene in the

extract increases with increasing temperature and pressure to optimum parameters: 88 °C and 35 MPa. Under these conditions, up to 63.0% of lycopene was isolated from the feedstock. Extraction of lycopene from tomato juice using SC-CO_2 as a solvent showed that lycopene is the main compound of the extract. Besides SC-CO_2, a mixture of supercritical ethane and propane was used as the extracting solvent for the isolation of lycopene. This supercritical mixture made it possible to increase the yield of the target product, lycopene, and also to improve substantially the kinetic characteristics of the extraction process.

The world energy agency predicts a significant decline in the extraction of fossil energy sources, in 2025 the oil shortage may amount to 14% [6]. It is known that the main consumers of oil products are the transport and energy sectors of industrial production. Burning carbon fuels, they emit toxic components and a significant amount of carbon dioxide (CO_2), which accumulates in the atmosphere, causes a greenhouse effect. It was found that at the beginning of the last century the content of CO_2 in the atmosphere was 280 $mg \cdot mL^{-1}$. At present, the content of CO_2 has increased to 396 $mg \cdot mL^{-1}$ and annually increases by 2 $mg \cdot mL^{-1}$. One of the alternative ways that will help reduce greenhouse gas emissions into the atmosphere, as well as solve the problem of the shortage of natural resources - oil, is biodiesel (BD), derived from vegetable oils, animal fats, and waste from fat and oil industry.

Currently, BD is obtained by transesterification of oils or fats with alcohols: methanol or ethanol in the presence of an alkali catalyst. The transesterification reaction takes place at a temperature of 25 to 100 °C at atmospheric pressure, in a medium of 0.5 to 1.0 molar excess of alcohol. The traditional technology of the first generation of BD production is based on the use of oil seeds as an initial material. A big problem with such BD fuel is the cultivation of industrial crops in agricultural areas, which were intended for obtaining food, which is currently not rational.

The second generation of BD began to be produced from non-food raw materials: oils and fats, which are waste products of the food industry, as well as vegetable raw materials containing lignin-cellulose compounds. The advantage of such biofuel is that the plants from which it is obtained do not compete with food crops. They can grow on slopes, hills, ravines, stony, as well as unproductive, arid, radioactive and degenerate lands.

The third generation BD is based on using microalgae as a source of raw materials. In the case of rapeseed, for example, about 1190 liters of oil per year per hectare of land can be obtained, while algae can give 95,000 liters per hectare over the same period of time. Thus, the use of algae can solve the problem of technical oil for obtaining BD, without occupying the land areas intended for growing food crops.

The most promising direction of BD production is supercritical fluid technology (SCFT). In supercritical conditions, the process of transesterification of oils is carried out at parameters above the critical point of methanol or ethanol. In these conditions, it is possible to shorten the stages of BD production, the time of the process, and to improve the technology, thereby reducing capital and production costs. Supercritical technology allows to exclude the stages of pretreatment of initial reagents, removal of soap and water, formed at the final stage of BD production, as well as the use of catalysts. It should be noted that for BD obtained by supercritical transesterification of oil, high purity of methyl esters and glycerin formed as a by-product is characteristic.

The process of mining and processing of metallic ores throughout the world is associated with the formation of a large amount of waste of various aggregate states. At present, they contain billions of tons of ore processed by one or another treatment. Further accumulation of waste of the mining complex is fraught with serious deterioration of the ecological situation on the planet. In this regard, the issue of creating new environmentally friendly technologies for mining, focused on their integrated use, arises.

Accumulated to the present time, the waste of mining and processing of ores contains non-ferrous, rare and noble metals in significant quantities. According to various experts, the content of rare metals (RM) in them reaches 0.6% by weight, which is comparable with some ore deposits. Thus, it is possible to qualify numerous dumps and sludge storages as “man-caused deposits”, the total reserves of which, according to various estimates, are from 14 to 25 billion tons. Certain costs already incurred during ore mining increase the economic feasibility of waste processing. It should be noted that the integrated use of waste for various sectors of the national economy is one of the directions for solving the raw material problem [7].

Rare earth metals (REM) belong to the types of mineral raw materials that are of strategic importance for all developed countries of the world. The global REM market is growing at a rapid pace. Over the past 50 years, its volume has increased more than 25 times (from 5 thousand tons to 125 thousand tons per year). The main fields of REM application are: the production of magnets (22% of REM consumption), various structural materials (about 19%), modern catalysts for petrochemistry (18%), and high-quality optics and glass and instruments based on them (about 15%). The main promising and fast-growing areas of REM application are connected with the production of hybrid cars, defense, telecommunications, computer and television equipment, autocatalysts and catalysts for oil cracking, lasers, superconductors, etc. [8].

The key consumers of REM are the world economy leaders: China (54%), Japan and South Korea (24%), European countries (mainly Germany and France, 13%), the United States (8%) [9].

Oil, uranium, coal and metals are the main export “trumps” of Kazakhstan now. Some experts believe that the future is “green” energy and predict the decline of countries with a traditional raw export structure. Those who can participate in the production of alternative energy sources, high-tech products (computers, chips, etc.), will replace them. Possessing enormous resources of rare earth metals, Kazakhstan has chances to become one of the leaders-exporters of REM.

The development of new “green” technologies for obtaining rare-earth products corresponds to the basic principles of the Program for Forced Industrial and Innovative Development of Kazakhstan and will promote the emergence of new niches for organizing the production of domestic innovative products - from batteries for hybrid vehicles to space or defense products [10].

As one of the promising types of Kazakhstan raw materials for the production of REM, ferrophosphorus,

phosphogypsum (slime-waste of the phosphorous industry, Kazphosphat LLP) can be considered. According to preliminary estimates, the total content of rare-earth metals in these types of raw materials reaches 0.3% by weight.

Currently, the digestion of mineral ores is carried out mainly with the use of aqueous solutions of mineral acids or alkalis, which is a long and high-cost process, leading to the accumulation of large amounts of waste. It seems promising to use ultrahigh-frequency action for intensifying the digestion [11]; however, there are no published data on such an experiment [12]. Extraction methods using tributyl phosphate (TBP) and di-(2-ethyl-hexyl)phosphoric acid are used to isolate and separate REM from solutions obtained after the digestion of ores. Supercritical fluid extraction [13-15] in carbon dioxide containing these organic reagents or their adducts with nitric acid is a promising way to isolate and purify REM. Previously, this method for the processing of non-ferrous metallurgy was not used.

SCFT is one of the key environmentally friendly “green” technologies, based on which modernization and diversification of Kazakhstan’s economy is possible. Widespread introduction of this technology will give a powerful impetus to the further development of small and medium-sized enterprises, the emergence of new industries that are absent in Kazakhstan.

The article was implemented within the framework of the scientific and technical program of program-targeted funding for 2018-2020 #BR05236420 “Green” technologies based on supercritical media.

References

1. Anthropogenic impact on the environment. http://lib2.znate.ru/docs/index-295217.html?page=17

2. Trends in total greenhouse gas emissions. Coordination Center for Climate Change. http://www.climate.kz/rus/?m=html&cid=94

3. Popova I.Yu., Vodyanik A.R. On the dissolving power of supercritical carbon dioxide // BAA market, #3 (11), 2003, P. 30-33.

4. Popova I.Yu., Vodyanik A.R. On the application of supercritical carbon dioxide fluids as an extractant of plant raw materials. BAA market, #5 (13), 2003, P.46-47

5. Within the framework of international obligations, Kazakhstan reduces tobacco plantations. https://www.zakon.kz/4838231-v-ramkakh-mezhdunarodnykh-objazatelstv.html

6. IEA warned of a potential oil shortage https://news.rambler.ru/markets/40083150-miru-grozit-defitsit-nefti/

7. Chernyy M.L. Sorption extraction of rare-earth and non-ferrous metals from mine waters and pulps // Diss. of cand. tech. on specialty 05.17.02. - Ekaterinburg. - 2005. - 142 p.

8. Samsonov N.Yu., Semyagin I.N. The review of the world and Russian market of rare-earth metals // All-Russian economic journal. - 2014. - #2. - P. 45-54.

9. Tverdov A., Zhura A., Nikishichev S. The review of the market of rare-earth metals // “GLOBUS” Journal. - 2013. - #1 (25). - P. 16-19.

10. http://m.365info.kz/2015/04/stanet-li-kazaxstan-liderom-na-mirovom-rynke-redkozemelnyx-metallov/

11. Kulyako Yu.M., Trofimov T.I., Samsonov M.D., et. al. Use of microwave radiation for preparing uranium oxides from its compounds // Radiochemistry. – 2011. – Vol. 53. – Issue 6. – P. 604-607

12. Kulikova S.A., Samsonov M.D., Vinokurov S.Ye., Tyupina Ye.A. Development of a new method for the separation of rare-earth elements, uranium and thorium from monazite concentrate // Success in Chemistry and Chemical Technology. - 2014. – Vol.28. - #6. - P. 89-91.

13. Samsonov M.D., Shadrin A.Yu., Shafikov D.N. et al. Supercritical fluid extraction in modern radiochemistry // Radiochemistry. – 2011. – Vol. 53. - Issue 2. – P. 111-122

14. Samsonov M.D. Extraction of actinides and lanthanides by supercritical carbon dioxide containing organic complexing reagents. 2005, M. Diss. of cand. chem. sciences http://www.dissercat.com/content/ekstraktsiya-aktinidov-i-lantanidov-sverkhkriticheskim-dioksidom-ugleroda-soderzhashchim-org

15. Shadrin A.Yu., Murzin A.A., Shafikov D.N, Kamachev V.A. Deactivation in the environment of supercritical fluids and liquefied gases. “Supercritical Fluids: Theory and Practice” 2007, Vol.2, #3, P.40-47.

САҒЫНҒАНОВА И. К.

Магистр, 6D070200 «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша PhD докторы дәрежесін ізденуші.
Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің аға оқытушысы.

30-дан астам ғылыми еңбектердің авторы, соның ішінде Америка Құрама Штаттарында, Корея мен Венгрия Республикасында, Ресей Федерациясында, Украинада шығарылған. Ғылыми қызығушылық салалары: автоматтандыру және басқару жүйелері, жылумен жабдықтау жүйесін оңтайландыру, баламалы энергия көздері, ақпараттық технологиялар.

И. К. САҒЫНҒАНОВА

ЖЫЛУМЕН ҚАМТУ ЖҮЙЕСІ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАСҚАРУ ҮДЕРІСТЕРІН АВТОМАТТАНДЫРУ

Андатпа. Бұл мақалада, мәліметтерді өңдеу жүйелерінің (МӨЖ) және жалпы жылыту пункттерінің басқару жүйелерінің автоматтандырылуын, конвейерлік жоспарларды іске асыратын жеке процессорлар жұмысының тиімділік көрсеткіштерін қалыптастыру мүмкіндігін беретін мәліметтерді өңдеу технологиясы ұсынылған. Бұл технологияны іске асыру, АБЖ жұмысының ішкі технологиясы жетілдірілетіндіктен, тәжірибеде маңызды нәтиже береді. Сонымен қатар бұл сипатталған тәсіл келесі артықшылықтарға ие: мәліметтерді өңдеудің конвейерлік жүйесінің өткізу қабілетін арттырады; жылыту пунктінің АБЖ талаптарын төмендетуге мүмкіндік беретін, мәліметтерді өңдеудің конвейерлік жүйесі қызметінің біркелкілігін қамтамасыз етеді; бірнеше жылыту пункттерінің жұмысын байланыстыратын және үйлестіретін жүйедегі коммуникация сапасын жақсарту және уақытын азайту.

Аннотация. В данной статье нами предложена технология обработки данных, которая предоставляет возможность формирования показателей эффективности работы отдельных процессоров, реализующих конвейерные планы, системы обработки данных (СОД) и автоматизированные системы управления (АСУ) теплопунктов в целом. Реализация этой технологии даст существенный эффект на практике, так как совершенствуется внутренняя технология работы АСУ. Помимо этого описанный подход дает следующие преимущества: увеличение пропускной способности конвейерной системы обработки данных; обеспечение однородности функций конвейерной системы обработки данных, что позволяет снизить требования к АСУ теплопункта; уменьшение времени и улучшение качества коммуникаций в системе, связывающие и координирующие работу нескольких теплопунктов.

Abstract: In this article we proposed a data processing technology that provides the ability to form the efficiency indicators of the different processors that implement pipeline plans of data processing systems (DPS) and automated control systems (ACS) of the heat supply stations in general. The implementation of this technology will have a significant effect in practice as the internal technology of ACS work is being improved. In addition, the described approach offers the following advantages: the increase of the capacity of the pipeline data processing system; the implementation of the functions uniformity of the pipeline data processing system which allows to reduce the requirements for the ACS of the heat supply stations; the reduction of the time and the improvement of the quality of communications in the system linking and coordinating the work of several heat supply stations.

Ключевые слова: система обработки данных (СОД), автоматизированная система управления (АСУ) теплопунктами, система централизованного теплоснабжения (СЦТ).

Түйіндік сөздер: Мәліметтерді өңдеу жүйесі (МӨЖ), жылу пункттерін (АБЖ) автоматты басқару жүйесі, орталықтандырылған жылумен қамту жүйесі (ОЖҚЖ).

Keywords: a data processing system (DPS), an automated control system (ACS) with heat supply stations, a district heating supply system (DHS).

Европадағы энергияны қолданудың ең соңғы үлгісі – жылыту. Бұған жалпы тұтынылған энергияның 50% келеді. Орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесі (DH) кең ауқымда клиенттерді жылумен қамтиды, тұрғын үйден бастап ауылшаруашылығына дейін, сонымен қатар коммерциялық, қоғамдық және өндірістік клиенттерді де.

Қазіргі уақытта Европада жылдық айналымы 25-30 млрд. жылу энергиясының жалпы европалық тұтынымының 10% артығын қамтамасыз ететін 7000-нан артық DH жүйесі бар. Еуро және жылудың екі сатылымы EJ (556 КВт-сағ). Аудандық жылумен жабдықтауға нарықтың енуі біркелкі емес, кейбір елдерде нөлге жақындаса, кейбірінде 70% жуық.

Жылумен жабдықтау жүйесі еліміздегі отын - энергетикалық ресурстарын пайдаланатын ірі тұтынушы болып табылады. Жылытылатын ғимараттың жылу жайлылығы, адамдардың өзін сезіну жағдайы, еңбек өнімділігі және т.б. жылыту жүйелерінің қызметінің дұрыстығына тікелей байланысты. Ал жылумен жабдықтаудың сапасын, сенімділігін және үнемділігін арттыру мәселелерінің мемлекеттік маңызы бар [1].

Жылуды тұтыну режимі, сонымен қатар жылу энергиясын өндіру көптеген факторларға тәуелді: ауа райына, жылытылатын ғимараттар мен үймереттердің жылутехникалық сапасына, жылу желісінің сипатына, энергия көзіне және т.б. Бұл режимдерді таңдау кезінде жылумен жабдықтау жүйесінің басқа инженерлік жүйелермен (электр, газ, сумен жабдықтау) өзара байланысын ескермей қоюға болмайды.

Орталықтандырылған жылумен жабдықтау мен орталықтандырылған салқындатудың артықшылығы энергияда энергияны жоғары тұтыну аймағында анық көрінеді. Европалық Одақта тұрғындардың 73% жуығы қалада тұрады, 2030 жылдарға таман 80% дейін өсім күтілуде.

Қазіргі уақытта бастапқы энергияны тұтынудың 69% қалалық аймақтарда. Алғашқы кезектегі мәселелерге ірі жылу желілерінде бақылау мен басқаруды енгізу мен жасау жатады; авторетегіш және қорғау аспаптарын жетілдіру, каналды ашқанға дейін жылу тасымалдағыштың ағып кеткен жерін анықтайтын аспап пен әдіс жасау.

Технологиялық пен энергетикалық үдерістердің тиімділік үйлесімділігі мен энергошығынды оңтайландыру тұрғысынан маңызды міндет болып, өндірістік жылу тұтынушы құрылғы қондырғылары мен сұлбаларын жетілдіру болып табылады. Жылумен жабдықтаудың сапасы мен тиімділігін арттыру мәселесін шешудегі негізгі бағыттардың бірі жылу пункттерінің жұмысы кезінде жылу шығынын реттеуді автоматтандыру болып табылады.

Жылу пункттері арқылы жылу қондырғысының жұмыс қабілеттілігі реттеледі, жылуды тұтыну режимі бақыланып отырады, жылу тасығыш тұтыну типі бойынша таратылады (жылыту жүйелері, ыстық сумен жабдықтау, желдету және баптау), жылу тасымалдағыштың параметрлері өзгертіледі және күйіне келтіріледі. Жылуландыру мен орталықтандырылған жылумен жабдықтау тәжірибесіне технологиялық үдерістерді автоматты басқару жүйесін енгізу арқылы, бұл жүйелерді техникалық пайдалану деңгейін бірден жақсартып, отынды біршама үнемдеуге қол жеткізуге болады.

Отынды үнемдеумен қатар, қарастырылып отырған жүйені автоматтандыру арқылы ғимаратты жылыту сапасын жақсартуға, жылу жайлылық деңгейін және жылытылатын ғимараттар мен үймереттердегі өндірістік және ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігін, қызмет көрсетушілердің саны азайған кезде жылумен жабдықтаудың сенімділігін арттыруға болады.

Жылытуды автоматты бағдарламалы реттеу жүйесін қолдану, жылыту режимін одан әрі жетілдіру мүмкіндігін береді, мысалы, түнгі уақытта тұрғын ғимараттарда ауа температурасын төмендету немесе жұмыс уақыты емес кезінде әкімшілік және өндірістік ғимараттарға жылытуға жылу мөлшерін төмендету, яғни жылуды қосымша үнемдеуге қол жеткізуге болады. Мәліметтерді өңдеуде өзекті бағыттардың бірі болып, бірнеше көздерден түсетін мәліметтерді бақылап және басқару мүмкіндігін беретін алгоритмдер мен технологиялар жасау болып табылады.

Мәліметтерді өңдеудің мүмкін нұсқасы болып, заманауи бағдарламалау тіліндегі стандартты қызмет түріндегі параллель - конвейерлі өңдеу табылады, ол компьютердің ішінде сақталған мәліметтер жұмысы мен бір желіге біріктірілген көптеген компьютерлердің мәліметтерін өңдеу жұмысын қатар жүргізу мүмкіндігін береді.

Бірақ, біздің жағдайымызда мәліметтер сервері периферияялы қондырғылардан және қолданушы компьютерлерінен біршама қашықта. Бұдан түсетін мәліметтердің көлемі ұлғайған сайын өңдеу уақыты да артады, соның салдарынан периферияялы қондырғылардың жұмыс режимі мен қауіпсіздігіне әсер ететін маңызды ақпараттардың жедел өңделуі шегерілуі мүмкін.

Көп мәліметтер ағынымен жұмыс тиімділігін арттыру және мәліметтермен жұмыс басымдылығын ұйымдастыруды жақсарту үшін, орталық процессордың ағындармен жұмысы технологиясын желіден түсетін мәліметтермен жұмыс жасайтын есептеуіш машинаға ауыстыру ұсынылады. Дербес компьютерде орталық процессордың ағындармен жұмысы жақсы ұйымдасқан. Мұны шынайы мәліметтермен жұмысқа пайдаланған тиімді.

Процессор мен ағындардың өзара әсерлесу механизмін түсіну үшін, ағындар мен үдерістерге байланысты біраз ақпарат пен анықтамалар беру қажет [1,2].

Windows - тағы **ағын** деп операциялық жүйенің қосымшаның орындалуына арналған бөлінген процессорлық уақытындағы ядро нысанын айтамыз.

Әр ағынға келесі ресурстар тиесілі:

- орындалатын функция коды;
- прцессор регистрлерінің жиыны;
- қосымша жұмысына арналған стек;
- операциялық жүйе жұмысына арналған стек;
- қауіпсіздік жүйесі үшін ақпарат ұстайтын кіру маркері.

Бұл барлық ресурстар **Windows - тағы ағын мәнмәтінін** құрады. Windows - тағы әр ағын дескрипторларымен қатар, жүйеде орындалатын ағындар үшін бірегей ерекше өзіндік идентификаторларға ие. Ағын идентификаторлары жүйені қолданушыларға ағын жұмысын қадағалау мүмкіндігін беретін қызметтік бағдарламаларда қолданылады.

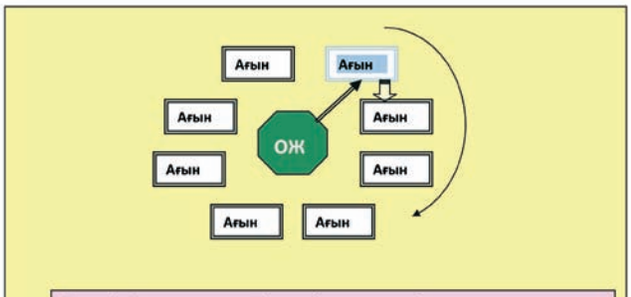
Windows – тың операциялық жүйесінде екі типті ағындарды ажыратады:

- жүйелік ағындар;
- қолданушылық ағындар.

Жүйелік ағындар операциялық жүйенің әртүрлі қызметін орындайды және операциялық жүйе ядросымен іске қосылады.

Қолданушылық ағындар қолданушының міндеттерін шешуге арналған және қосымшалармен (приложения) іске қосылады.

Біздің жағдайда ауыстыру мүмкіндіктері үшін қолданушылық ағындар қарастырылатын болады.



Сурет 1. Операциялық жүйелердің ағындарға бөлген квант уақыты

Ағындардың «бір уақытта» (немесе «конвейерлі - параллель») орындалуы дегеніміз, егер бір ядролы бір процессор болса, бір сәтте бір ағын ғана орындалады дегенді білдіреді. Бірақ, операциялық жүйе процессорды бір ағынды орындаудан екіншісіне жылдам ауыстыруы мүмкін, ал процессордың жоғары жиілігі салдарынан (әдетте, операциялық жүйелер, ағынды өңдеуге 0,6 нс бөледі) қолданушыға бір уақытта бірнеше бағдарлама жұмыс істеп тұрғандай көрінеді. Мұндай жағдай ағындарды жалған параллельді немесе «конвейерлі - параллельді» өңдеу деп аталады.

Ағындардың конвейерлі - параллель орындалуын көрнекі түрде 1 суретте көруге болады.

Процессордың ағындармен (үдерістермен) жұмысы кезінде, процессор өңдейтін ағындардың басымдылығын анықтай алу мүмкінділігі де маңызды. Неғұрлым басымдылығы жоғары болса, соғұрлым сол ағынды өңдеуге уақыт көбірек бөлінеді.

Жылу пунктінің мәліметтерін өңдеу үшін осы технологияны қолдану мүмкіндігін қарастырайық.

Жылу пункттерінің негізгі міндеттері [3]:

- жылу тасымалдағыш түрінің түрленуі;
- жылу тасымалдағыш параметрлерін реттеу және бақылау;
- жылу тасымалдағышты жылу тұтыну жүйесі бойынша тарату;
- жылу тұтыну жүйесін өшіру;
- жылу тұтыну жүйесін жылу тасымалдағыш параметрлерінің апаттық көтерілуінен қорғау;
- жылу тасымалдағыш шығыны мен жылуды есептеу.

Осы міндеттерді орындау барысында басымдылықты ескере отырып, бір емес орталық жылу пункті қызмет көрсететін бірнеше жылу пунктімен жұмыс істеуі қажет.

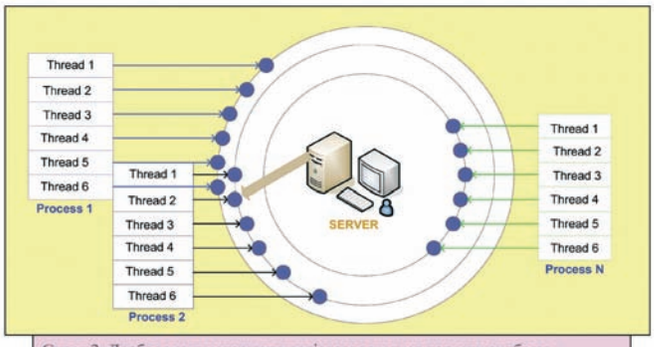
Орталық процессордың үдерістермен жұмысы бойынша стандартты қызметін орындау қарапайым:

```
BOOL CreateProcess(
LPCTSTR lpApplicationName,              // орындалатын модуль аты
LPTSTR lpCommandLine,                   // командалық жол
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcessAttributes, // SD (қауіпсіздік
дескрипторы)
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,  // SD
BOOL bInheritHandles,                   // мұрагерлік параметр дескрипторы
DWORD dwCreationFlags,                  // жасау жалаушалары
LPVOID lpEnvironment,                   // конфигурацияның жаңа блогы
LPCTSTR lpCurrentDirectory,             // ағымдағы каталог аты
LPSTARTUPINFO lpStartupInfo,            // алдын ала орнату ақпараты
LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation // үдеріс туралы
ақпарат);
```

Біздің жағдайымызда LPCTSTR lpApplicationName модулі жылу пунктіне қызмет көрсетеді, яғни орталық жылу пунктіне қарасты барлық жылу пункттерінің жұмыстарын бақылайтын ағындардың бәрін іске қосуға болады. Қажетті қауіпсіздік дескрипторын сәйкес жылу пунктінің үдерісі кезінде қалай белгілесе, дәл солай ағында белгілі бір міндетке жауапты етіп қойып, жылу пунктінің жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету де өте маңызды.

Жылу пункттерінен түсетін мәліметтерді өңдеудің ұсынылып отырған әдістемесін егжей – тегжейлі қарастырайық. Мұндай жүйенің жұмыс сұлбасы сурет 2 келтірілген.

Оның мәні, қызмет көрсетілетін әр жылу пунктіне 6 ағыннан тұратын үдеріс жаратылады. Әр ағын жылу пунктінде орындалатын міндетке сай. №1 ағынға жылу тасымалдағыш түрінің түрленуі міндеті сәйкес, №2 ағынға жылу тасымалдағыш параметрлерін реттеу және бақылау, №3 ағынға жылу тасымалдағышты жылу тұтыну жүйесі бойынша тарату сай, №4 ағынға жылу тұтыну жүйесін өшіру, №5 ағынға жылу тұтыну жүйесін жылу тасымалдағыш параметрлерінің апаттық көтерілуінен қорғау міндеті, ал №6 ағынға жылу тасымалдағыш шығыны мен жылуды есептеу сәйкес келеді.



Сурет 2. Дербес компьютермен үдерістерге қызмет көрсету сұлбасы

Дербес компьютерлердің жылу пункттермен жұмысын түсіну үшін, Windows – тың операциялық жүйесінде ағынның жаратылу қызметін қарастырайық.

CreateProcess қызметі көмегімен іске қосылған жаңа үдеріс кезінде, ағын идентификаторы PROCESS_INFORMATION құрылымындағы dwThreadId құрамында сақталады және қызметті шақыру қайтарылған кез-

де толтырылады. Ағынға сілтеме сол құрылымның hThread құрамында.

Ағын CreateThread қызметін шақырғанда жаратылады:

```
CreateThread(
    NULL,          // default security attributes
    0,             // use default stack size
    ThreadFunc,    // thread function
    &dwThrdParam, // argument to thread function
    0,             // use default creation flags
    &dwThreadId); // returns the thread identifier
```

Ұсынылып отырған жылу пункттерінің мәліметтерін өңдеуге арналған ағындар мен үдерістерді қолдану технологиясындағы ThreadFunc параметрі жылу пунктінің орындайтын белгілі бір міндетін көрсетеді.

Жылу пункттерінен түскен мәліметтерді өңдеу кезінде басымдылықтарды енгізу мүмкіндігін атап өту қажет. Бұл белгілі бір жылу пунктінің басымдылығын және жылу пункттерінен түскен мәліметтерді өңдеу кезіндегі міндеттердің басымдылығын белгілеуге де қатысты. Мұны үдерістер мен ағындар жұмысы басымдылығын ұйымдастырған сияқты жасауға болады. SetPriorityClass қызметін шақыру арқылы үдерістің басымдылық классын өзгертеміз:

BOOL SetPriorityClass(HANDLE hProcess, DWORD fdwPriority);

Бұл қызмет fdwPriority параметрінің мәніне сәйкес, сипаттаушы hProcess анықтайтын үдерістің басымдылық классын өзгертеді. Соңғысы басымдылыққа сәйкес бір мәнге ие болуы керек. SetPriorityClass – ты үдерісті сипаттаушы қабылдайтын болғандықтан, жүйеде орындалатын кез келген үдерістің басымдылығын өзгертуге болады, егер оның сипаттаушысы белгілі және оған кіруге болса.

Бастапқы ағынның басымдылығын өзгерту үшін, мына қызметке жүгінеміз:

BOOL SetThreadPriority(HANDLE hThread, int nPriority);

Әрине hThread параметрі басымдылығы өзгерген ағынды көрсетеді.

Ұсынылып отырған әдістеме жылу пункттерінің мәліметтерін жоғары жылдамдықпен өңдеуді қамтиды, сонымен қатар ағындардың орындалу басымдылықтарын енгізу есебінен сенімділік пен қауіпсіздікті арттырады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Побегайло А.П. Системное программирование в Windows. – СПб.: Петербург, 2006. – 1056 с.: ил. ISBN 5-94157-792-3.

2. Тапенамбум Э. Современные операционные системы. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 1038 с.: ил. ISBN 978-5-318-00299-1, 5-318-00299-4.

3. Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: II ДП «Такі справи», 2007. – 252 с.: ил. ISBN 966-7208-35-4.

АЙМЕНОВ А.Ж.

доктор технических наук, профессор, заслуженый деятель Республики Казахстан

Общее количество публикаций: 326 в т.ч. 5 монографии, 7 учебников, 20 учебных пособий, 1 диплом на научное открытие, 2 патента, 3 авторских свидетельства.

Ж.Т.АЙМЕНОВ, В.С. ЛЕСОВИК, Б. К, САРСЕНБАЕВ, Ж.А. АЛДИЯРОВ, Г.Р.САУГАНОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВОВ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В современном мире, насыщенном природными и техногенными опасностями, защита человеческой жизни и здоровья должна обеспечиваться оптимизацией системы «человек-материал-среда обитания» за счет постоянного совершенствования конструкционных материалов для защитных сооружений[1].

Ввиду того, что многотоннажное производство цемента также значительно ухудшает экологическую среду обитания человека, следует минимизировать его применение. Тот факт, что вклад цементной промышленности в глобальную эмиссию парниковых газов, особенно CO_2, составляет 7-10% и с признанием факта, что это третья наиболее энергоемкая отрасль вызывают серьезную экологическую озабоченность в индустриальной окружающей среде. В частности, при производстве 1 т клинкера, в атмосферу выбрасывается 0,97 т углекислого газа. Замена части цемента различными добавками (в т.ч. отходами производства) позволяет снизить выброс парниковых газов в атмосферу.

Таким образом, повышение эффективности бетонов необходимо осуществлять за счет применения композиционных вяжущих, которые представляют собой смесь гидравлического вяжущего, кремнеземсодержащего компонента и различных модификаторов, способствующих оптимизации заданных характеристик конечных изделий. Использование высокоэффективных мультикомпонентных вяжущих служит основой для разработки и производства современных композитов различного назначения с оптимизированной структурой и запроектированными характеристиками. К текущему времени разработан и испытан довольно значительный ряд различных композиционных вяжущих, уникальных, как с позиции защиты окружающей среды, так и выгодных по капитальным вложениям, а также изготовленных и апробированных в промышленных масштабах. В то же время, зная все достоинства таких составов, в силу действия различных факторов, эти композиты не имеют заслуженного объема производственных мощностей на цементных и бетонных заводах и рынках сбыта [2].

Характеристики композиционных материалов в большинстве своем зависят от структуры дисперсных систем, из которых они составлены. Структурная прочность этой дисперсной системы, ее устойчивость, скорость разрушения и восстановления структуры практически всегда связаны между собой. Конгломератный строительный материал – бетон относится к классу композитов. Матричной субстанцией бетона, последовательно по масштабным уровням структуры выступают цементно-песчаный камень, ЦК (т.н. микробетон), цементирующее вещество, новообразования данного цементирующего вещества, твердая фаза новообразований, субстанция единичного структурного эле-

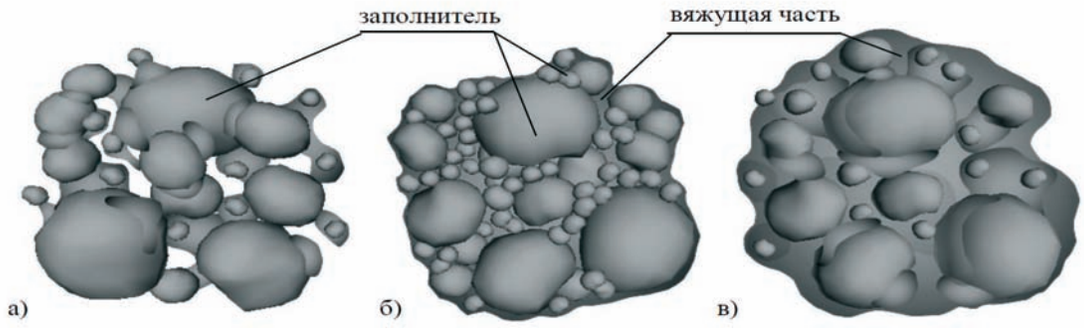


Рисунок 1 - Модель макроструктуры бетона; а – недостаток вяжущей части, б – плотная упаковка заполнителя, в – избыток вяжущей части

мента новообразования, что соответствует масштабному порядку от макро- до наноуровня структуры [3]. Осуществление высокой прочности бетона обеспечивает совместное действие ряда факторов: увеличение плотности за счет оптимизации зернового состава вяжущего; уменьшение пористости ЦК, осуществляемое снижением водоцементного отношения бетонной смеси; заполнение пор между частицами цемента и оптимизация реологических свойств, достигаемая за счет эффекта смазки; образование вторичных продуктов гидратации в процессе пуццолановой реакции с гидроксидом кальция $Ca(OH)_2$ в результате добавления в бетонную смесь добавок-микронаполнителей [4].

Представим процессы образования композитов в порядке масштабирования от макро- до наноструктурного уровней. Макроструктура бетонного камня представляет собой плотно упакованные зерна заполнителя, раздвинутые и склеенные цементным тестом [5]. В результате образования макроструктуры цементное тесто изначально обмазывает зерна заполнителя, а потом заполняет его межзерновые пустоты, при этом происходит процесс равномерной раздвижки зерен. Если увеличивается объем клеящего вещества, то каркас заполнителя приобретает более решетчатую структуру, то есть плотность упаковки снижается. На макроуровне сырьевую смесь можно представить в виде модели полидисперсной системы «заполнитель–вяжущая часть», в которой объемную структуру образуют крупные зерна заполнителя, промежутки между которыми заполнены дисперсными частицами вяжущей части (рис. 1).

Основная причина образования устойчивых коллоидных и высокомолекулярных структур кроется в наличии дальнодействующих сил притяжения между отдельными частицами. Эти силы обратно пропорциональны кубу расстояния между частицами. Притяжение между коллоидными частицами однозначно проявляется на расстоянии до нескольких сотен нанометров. Условие слипания (коагулирования) частиц заключается в доминировании сил притяжения между ними над короткодействующими силами отталкивания [6]. Помимо этого, необходимо помнить, что первоначальный период гидратации цементного теста сопровождается седиментацией, в течение которой зерна заполнителей и цемента под действием силы тяжести осаждаются. Время седиментационных процессов возрастает за счет удерживания мелкодисперсной фракции во взвешенном состоянии, т.е. в результате уменьшения действия сил гравитации.

В целях оптимизации насыщения структуры ЦК цементом и наполнителем необходимо правильно подобрать количество дисперсной добавки в бетон, главными критериями которой являются:

- осуществление максимально плотной упаковки частиц в цементном тесте;
- оптимальное насыщение цемента микронаполнителем при отсутствии контактов частиц между собой, в том случае, если размеры частиц наполнителя соизмеримы с частицами цемента. В связи с этим, является логичным добавление зольного микронаполнителя с оптимальной дисперсностью (даже если активность его невелика) в состав мелкозернистого бетона (МЗБ), что дает экономию в районе 30-40 % цемента без ухудшения физико-механических параметров изделий и конструкций с одновременным ростом эксплуатационных свойств композита.

В связи с этим, примем за основу модель С.А. Королева [7], в которой система макрокапилляров цементных композитов непрерывна и представляет собой межкристаллитные образования в структуре цементного камня. Фактическое строение макрокапилляров является четочным цилиндрическим, расчетное строение – цилиндрическое с приведенным гидравлическим радиусом (рис. 2).

Характеристиками плотности структуры цементного камня служат такие его параметры, как радиус макрокапилляров и геометрическая плотность. Причем радиус макрокапилляров включает в себе несколько параметров структуры: объем макрокапиллярных пор, удельную поверхность и плотность кристаллитных кластерных образований. Геометрическая или структурная плотность определяется отношением радиуса макроскопических кластерных гидратных образований к порядку структурной решетки.

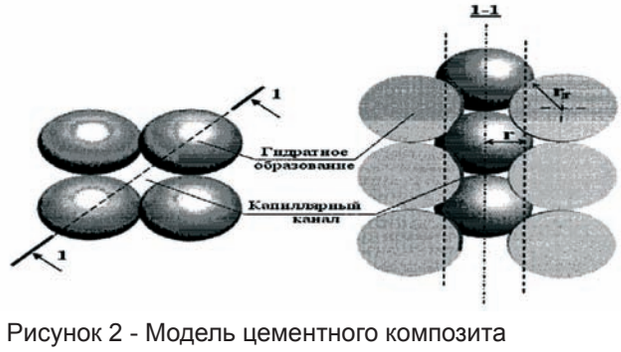


Рисунок 2 - Модель цементного композита

Для достижения цели работы было разработано композиционное вяжущее, полученное совместным помолом следующих компонентов: 60% цемента, 25% золы рисовой шелухи, 6% кварцевого песка, 6% отсева дробления известняка, 3% гиперпластификатора (ГП). Композиционное вяжущее измельчалось до 500-900 м²/кг. Вода добавлялась в количестве, необходимом для обеспечения одинаковой подвижности, но из расчета водовяжущего отношения не выше 0,25. Цементный камень изучался в возрасте 1, 3, 7, 28 суток.

Микроструктурный анализ показал, что для цементного камня из бездобавочного цемента характерна матрица с большим количеством пустот и микротрещин, подавляющее большинство из которых представлено слабо раскристаллизованными и рентгеноаморфными новообразованиями, на фоне которых видны гексагональные пластины портландита (рис. 3, а, в).

Применение разработанного композиционного вяжущего позволяет уплотнить микроструктуру, получить четко различимые системы игольчатых и пластинчатых новообразований, заполняющих анизометричные иизометричные пустоты (рис. 3, б, г). Это ведет к образованию жесткой матрицы с уменьшенной пористостью, что, в свою очередь, и ведет к упрочнению цементного камня.

Дифференциально-термический анализ бездобавочного цементного камня и цементного камня на КВ показа наличие трех основных эндотермических эффектов (рис. 4). Первый (при температуре около 160ºС) вызван потерей адсорбционной воды из гелеобразных продуктов гидратации. Снижение площади данного эффекта на результатах ДТА цементного камня на КВ, показывает уменьшение содержания гелеобразных новообразований в результате перехода их в кристаллическое состояние.

Следующий эндотермический эффект (при температуре порядка 475ºС соответствует дегидратации гидроксида кальция. Рост площади данного пика на термограмме бездобавочного цементного камня показывает большее содержание в его составе портландита.

Последний эндотермический эффект (при температуре в районе 525-650ºС) может быть связан с разложением карбоната кальция.

Выводы. Реализация теоретического положения геоники (геомиметики) позволяет повысить эффективность управления процессами структурообразования при синтезе композитов нового поколения за счет использования техногенного сырья. Соответственно и модернизируются представления о механизме высокоэффективного действия добавок, которые при синергетическом подходе к их использованию могут обеспечить разработку материалов с качественно новым уровнем физико-механических свойств и эксплуатационных показателей.

Использование тонкодисперсных компонентов вяжущих позволяет существенно расширить состав новообразований, уменьшить содержание портландита, увеличить дисперсность и прочность упаковки гидросиликатов кальция, что повышает эксплуатационные характеристики композитов.

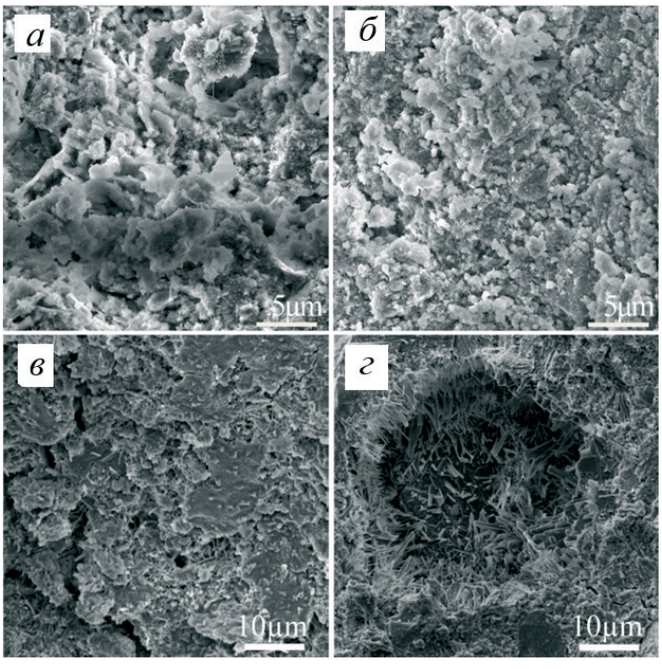


Рисунок 3 – Микроструктура новообразований (возраст 28 суток): чистый цементный камень (а, в) и цементный камень на разработанном КВ (б, г)

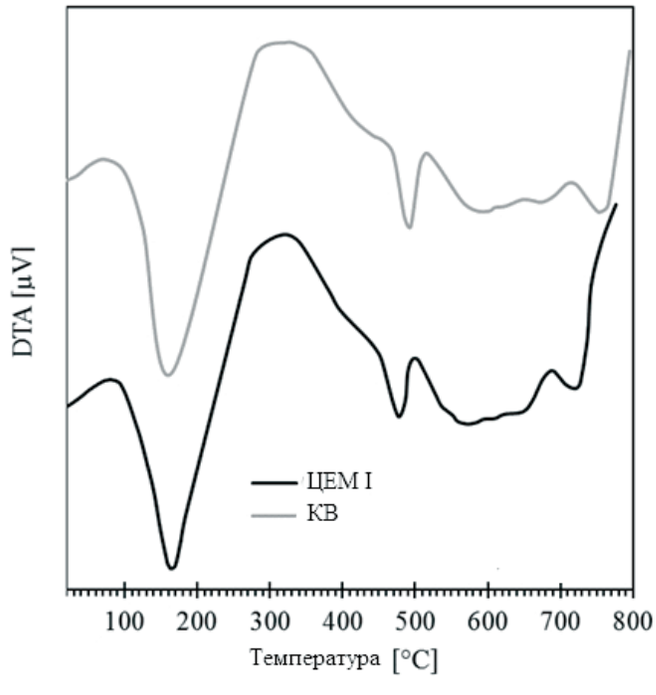


Рисунок 3.13 – Результаты ДТА для чистого цементного камня и цементного камня на КВ

Таким образом, применение композиционных вяжущих различных составов позволяет создавать композиты с заранее заданными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками. Однако, необходимо тщательное проектирование составов, а также выбор технологии изготовления вяжущих.

Литература

1. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnjuk, L.H., Volodchenko, A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties, International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 10, Issue 19, 2015, Pages 40617-40622

2. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S.Theoretical backgrounds of nonered materials production based on new raw materials, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 327, No 4, April 2018, 042064.

3. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnjuk, L.H., Volodchenko, A.N., Aleksandrovna, K.A.. The control of building composite structure formation through the use of multifunctional modifiers. Research Journal of Applied Sciences ,Vol. 10, Issue 12, 2016, Pages 931-936

4. Fomina E.V., Strokova V.V., Kozhukhova N.I. Application of natural aluminosilicates in autoclave cellular concrete. World Applied Sciences Journal. Vol. 25, 2013, 48-54.

5. Granger L.P.,Bažant Z.P. Effect of Composition on Basic Creep of Concrete and Cement Paste. Journal of Engineering Mechanics, November 1995, 1261-1270.

6. Kharkhardin A. N., Kozhukhova N. I., Strokova V. V.Nano- and Micro-Sized Discreteness Levels of Substance. International Journalof Advanced Biotechnologyand Research,Vol. 7,No. 3, 2016, 920-924.

7. Fediuk R.S., Smoliakov A.K.,Muraviov A.S. Mechanical Properties of Fiber-Reinforced Concrete Using Composite Binders. Advances in Materials Science and Engineering, 2017, 2316347.

И.А. СОКОЛОВ, М.К. СКАКОВ, А.Ж. МИНИЯЗОВ, Т.Р. ТУЛЕНБЕРГЕНОВ, Г.К. КАЙЫРДЫ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ КАРБИДОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ДИВЕРТОРА ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Аннотация

В данной работе представлены материалы по образованию на поверхности вольфрама углеродных покрытий на основе карбидов, полученных в плазменно-пучковом разряде в среде метана. Проведены эксперименты по нанесению углеродных покрытий на поверхность поликристаллического вольфрама при различных значениях температуры образцов и энергии ионов. Приведены результаты материаловедческих исследований структуры образцов, определен элементный и фазовый состав поверхности после воздействия плазмы.

Ключевые слова: плазменное облучение, карбиды вольфрама, покрытие, термоядерный реактор, плазменно-пучковый разряд.

СОКОЛОВ И. А.

Ведущий инженер лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора. Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК.

И.А. СОКОЛОВ, М.К. СКАКОВ, А.Ж. МИНИЯЗОВ, Т.Р. ТУЛЕНБЕРГЕНОВ, Ғ.Қ. ҚАЙЫРДЫ

ТЕРМОЯДРОЛЫҚ РЕАКТОРЛАР ДИВЕРТОРЫНЫҢ БЕТІНДЕ КАРБИДТЕРДІН ҚАЛЫПТАСУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация

Бұл мақалада метанның ортасында плазмалық-сәулелі разрядымен алынған карбидтердің негізінде көміртекті жабындының вольфрам бетінде қалыптасуы туралы материалдар берілген. Поликристалды вольфрамның бетіне көміртекті жабындарды әртүрлі температура мен иондар энергиясында тұндыру бойынша эксперименттер жүргізілді. Плазмалық әсерден кейін вольфрам үлгілерінің құрылымының материалтану зерттеулер нәтижелері келтірілген, беткі қабатының элементтік және фазалық құрамы анықталды.

Түйінді сөздер: плазмалық сәулелену, вольфрам карбидтері, жабын, термоядролық реактор, плазмалық-сәулелі разряд.

СКАКОВ М. К.

д.ф.-м.н., профессор, академик КазНАЕН. В настоящее время занимает должность Заместителя Генерального директора Национального ядерного центра РК по науке.

SOKOLOV I.A., SKAKOV M.K, MINIYAZOV A.Z, TULENBERGENOV T.R., KAIYRDY G.K.

STUDYING OF CARBIDE FORMATION PROCESSES ON THE SURFACE OF THERMONUCLEAR REACTORS' DIVERTOR

Annotation

This paper presents materials of the formation on the tungsten surface of carbon coatings based on carbides obtained in a plasma-beam discharge in methane. Experiments have been carried out on the deposition of carbon coatings on the surface of polycrystalline tungsten at various values of the sample temperature and ion energy. The results of materials studies of the structure of the samples are presented, the elemental and phase composition of the surface after exposure by plasma are determined.

Key words: plasma irradiation, tungsten carbides, coating, thermonuclear reactor, plasma-beam discharge.

Введение

Вольфрам, углерод и бериллий являются претендентами для изготовления компонентов, обращенных к плазме, будущего международного экспериментального термоядерного реактора – ИТЭР [1].

На начальных стадиях проектирования термоядерного реактора (ТЯР) планировалось в качестве материала дивертора использовать углеродный композит, армированный углеродным волокном (carbon fibre-reinforced carbon composite – CFC), однако ограничение по накоплению трития внутри камеры ТЯР ставит под сомнение использование углеродных материалов. В настоящее время рассматривается вопрос изготовления дивертора из вольфрама, а материала первой стенки из бериллия. Исследования, проведенные учеными разных стран мира, свидетельствуют о том, что при плазменно-тепловой нагрузке наблюдаются изменение микроструктуры поверхности, рекристаллизация, эрозия, плавление и растрескивание, переосаждение, формирование неоднородных и пористых слоев на поверхности W [2, 3]. Эти и другие процессы могут привести к гашению плазмы, быстрому разрушению диверторных тайлов и образованию вольфрамовой пыли.

Поскольку бериллий будет использоваться в качестве первой стенки, при воздействии на него гелия ($\alpha-$ частица), образованного в результате термоядерной реакции, имеет место реакция:

$$^{9}_{4}\mathrm{Be} + ^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{12}_{6}\mathrm{C} + \mathrm{n}$$

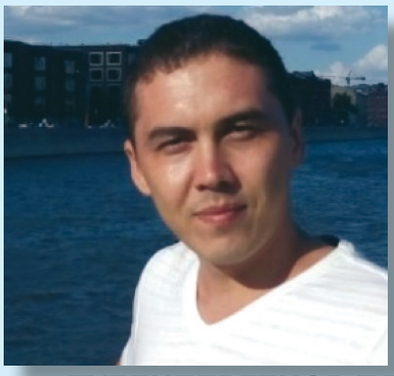
Наличие наработанного таким образом углерода выделяет процесс карбидизации вольфрама в отдельную область исследований. К настоящему времени исследования по образованию углеродных пленок и карбидов вольфрама проводились путем получения тонких пленок углерода и карбидов (W_2C, WC) различными методами, такими как магнетронное распыление [4, 5], в дуговом разряде плазмы [6], облучение вольфрама потоком водородной плазмы с добавлением углерода [7-9], химическое осаждение углерода из газовой фазы [10] или испарение углерода [11].

Появление углерода в камере ТЯР влечет за собой ряд проблем [7]. Воздействуя на поверхность дивертора в смеси с водородной плазмой, углерод может проникать в объем дивертора и наравне с ионами водорода способствовать эрозии и образованию пористых слоев на поверхности вольфрама, а также при определенных условиях образованию карбидов (W_2C, WC). Японскими учеными проведены исследования в области данной проблемы [7-9]. Они изучали поведение углерода на поверхности вольфрама при облучении образца ионным пучком дейтерия с различным содержанием углерода и изменениями параметров пучка (энергии, флюенса) и температуры образца. Основным результатом данных работ было образование блистеров при температуре 653 К, низкой концентрации углерода (0,8 %) и низкой энергии пучка (300 эВ) с флюенсом $3{,}4\cdot10^{24}$ м$^{-2}$. Увеличение энергии до 1 кэВ, концентрации углерода до 0,95% и флюенса до $6{,}8\cdot10^{24}$ м$^{-2}$ приводило к увеличению блистеров, как в размере, так и в количестве. Однако при большей концентрации углерода (2,35%) и меньшем флюенсе $3{,}6\cdot10^{24}$ м$^{-2}$ наблюдалось отсутствие блистеров, так как увеличилась толщина углеродной пленки с образование карбидов. Образование слоя монокарбида (WC) вольфрама на глубине нескольких десятков нанометров происходит при температуре 913 К, концентрации углерода 0,8%, энергии пучка 1 кэВ и флюенсом $3\cdot10^{24}$ м$^{-2}$ [8].

Температурная зависимость карбидообразования исследована в работе [11]. Тонкая углеродная пленка толщиной 1,0 нм получена путем испарения углерода из графитового стержня диаметром 1,5 мм (Goodfellow, 99,999 %) с источником испарения электронным пучком Omicron EFM3 на чистую вольфрамовую подложку при комнатной температуре. Вольфрам реагирует с углеродом при отжиге со ступенчатым образованием карбида двух фаз. При температуре 770 К начинается образование полукарбида W_2C. С увеличением температуры до 970 К происходит преобразование

МИНИЯЗОВ А. Ж.

Начальник лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора. Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК



ТУЛЕНБЕРГЕНОВ Т.Р.

Научный сотрудник лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора. Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК.

ҚАЙЫРДЫ Ғ.Қ.

Инженер лаборатории испытаний материалов в условиях термоядерного реактора. Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК.

W_2C и остаточного углерода в монокарбид WC (5-10 %). Нагревание до 1270 K приводит к тому, что большая часть углерода реагирует с вольфрамом с образованием WC (80 %). Авторы ожидают, что при более высоких температурах произойдет полный переход в фазу WC.

Таким образом, можно отметить, что все вышеперечисленные методы образования карбидов отличаются структурой и размерами кристаллов конечного продукта, сортом и количеством примесей, характером воздействия на процессы, происходящие в области взаимодействия.

В данной работе представлена методика нанесения углеродного покрытия на вольфрам в среде метана в плазменно-пучковом разряде. Работы проведены в филиале «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК. Дальнейшая экспериментальная отработка данной методики позволит проводить исследования взаимодействия углерода с вольфрамом в условиях пристеночной плазмы ТЯР.

Экспериментальная часть

Все экспериментальные работы по нанесению углеродного покрытия в плазменном разряде метана проведены на имитационном стенде с плазменно-пучковой установкой (ППУ). Основными элементами плазменно-пучковой установки являются электронно-лучевая пушка (ЭЛП), камера плазменно-пучкового разряда (ППР), камера откачки ЭЛП, камера взаимодействия, электромагнитные катушки, мишенное устройство, шлюзовое устройство и камера загрузки [12, 13].

ППУ обеспечивает получение следующих параметров плазменного потока:

- диаметр плазменного потока перед мишенью – до 30 мм;
- напряженность магнитного поля, создаваемая на оси камеры
ППР – 0,1 Тл;
- максимальная величина тока в плазме – 1 А;
- плотность плазмы в пучке – до 10^{18} $м^{-3}$;
- электронная температура плазмы – 5-15 эВ.

Общий вид имитационного стенда с плазменно-пучковой установкой показан на рисунке 1.

Принцип работы установки состоит в следующем. Электронная пушка формирует аксиально-симметричный электронный пучок. Катод пушки подогревается электронной бомбардировкой с нити накала. Мощность пушки регулируется мощностью подогрева катода и ускоряющим напряжением электронного пучка. Автономная откачка пушки обеспечивает вакуумный перепад между пушкой и разрядной камерой. Электронный пучок взаимодействует с рабочим газом в разрядной камере, образуя плазменный шнур. Электромагнитная система, представляющая собой систему катушек, создает продольное магнитное поле в разрядной камере. Плазменный разряд попадает на образец испытываемого материала, размещенный на мишенном устройстве, расположенном в камере взаимодействия. С помощью электромагнитной системы производится управление геометрическими параметрами плазменного пучка.

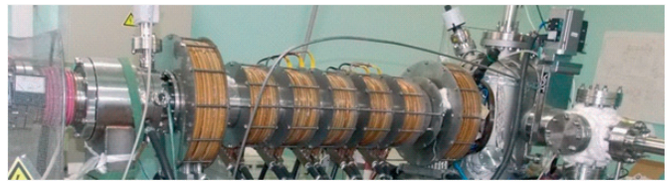
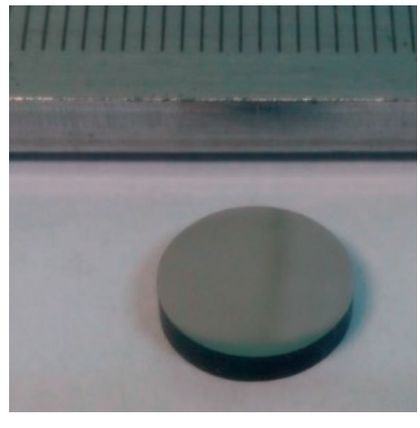


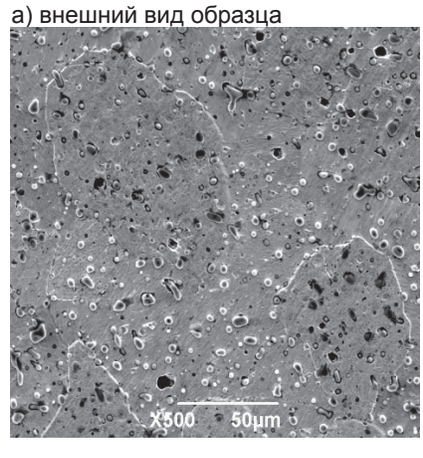
Рисунок 1 – Общий вид плазменно-пучковой установки. 1 – электронно-лучевая пушка; 2 – электромагнитные катушки; 3 – зонд Ленгмюра; 4 – камера взаимодействия; 5 – камера загрузки

Перед проведением экспериментов образцы вольфрама диаметром 10 мм и толщиной ~2 мм с полированной облучаемой стороной были закреплены в водоохлаждаемом коллекторе при помощи молибденового держателя. Образцы предварительно подвергались рекристаллизационному отжигу с помощью электронного пучка в ППУ при давлении остаточных газов 10-7 Торр в течении 30 минут при температуре поверхности вольфрама ~ 1473 K. Внешний вид исходного образца представлен на рисунке 2.

~



а) внешний вид образца



б) изображение микроструктуры поверхности исходного образца

Рисунок 2 – Исходный образец вольфрама

После завершения рекристаллизационного отжига в камеру подавался плазмообразующий газ в виде метана (CH_4) до давления ~10^{-3} Торр. В процессе облучения контролировалась температура образца, давление газа в камере взаимодействия и состав рабочего газа масс-спектрометром. Эксперименты по напылению углерод-

ных покрытий осуществлялись при различных значениях температуры и энергиях ионов. Для изменения температуры образца варьировалась мощность ЭЛП, а для энергии ионов подавался различный отрицательный потенциал на мишенный узел. Параметры проведения экспериментов по образованию покрытия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры экспериментов по образованию углеродных покрытий

№ образца	Мощность электронно-го пучка, Вт	Давление рабочего газа, Торр	Энергия ионов, эВ	Температура, К	**Ток ионов, мА**	**Длительность облучения, мин**
W-8	655,4	$1,5\cdot10^{-3}$	45	1973	1030	10
W-9	280,0	$1,5\cdot10^{-3}$	500	1673	180ё	10
W-10	72,6	$1,2\cdot10^{-3}$	1000	1273	25	10
W-11	92,5	$1,2\cdot10^{-3}$	500	1273	20	10 (имп. режим)
W-12	336,0	$1,15\cdot10^{-3}$	500	1673	70	10 (имп. режим)
W-13	395,6	$1,13\cdot10^{-3}$	85	1673	76	10
W-14	92,5	$1,3\cdot10^{-3}$	500	1273	15ё	10 (имп. режим)

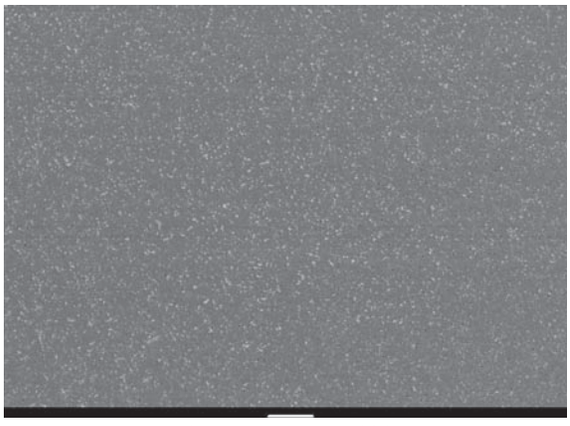
С целью увеличения толщины осаждения углеродного покрытия образцы W-11, W-12 и W-14 облучались в импульсном режиме путем подачи напряжения на мишень длительностью в 2 с и периодом 2 с. Флюенс ионов за время облучения составил 10^{23} м$^{-2}$.

После проведения облучения образцы остывали до комнатной температуры и извлекались из камеры взаимодействия.

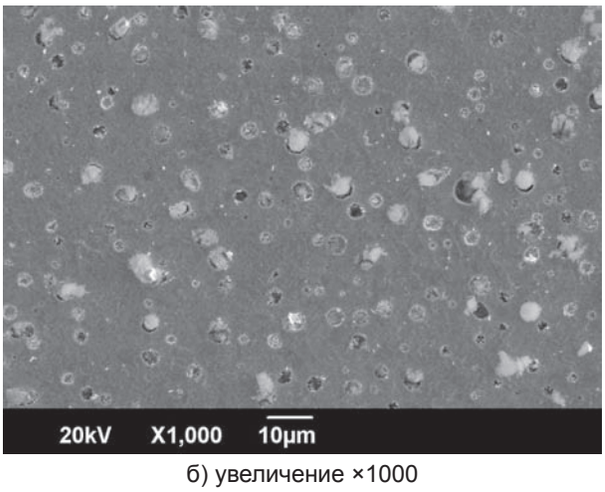
Результаты и обсуждения

Полученные образцы с углеродным покрытием были исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Микроструктура изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6390 в режиме вторичных электронов. Съемка проводилась при ускоряющем напряжении 20 кВ и рабочем расстоянии 10 мм в рабочей камере микроскопа. В результате были получены изображения микроструктуры исследуемой поверхности при увеличениях в диапазоне от 100 до 1000.

СЭМ-изображения поверхности образцов вольфрама представлены на рисунке 3. Микроструктура поверхности характеризуется наличием исходных включении оксида иттрия и образование трещин, разрушение поверхности не наблюдается.



а) увеличение ×100



б) увеличение ×1000

Рисунок 3 – СЭМ-изображение микроструктуры поверхности образца вольфрама W-12 при различных увеличениях

Элементный состав поверхности вольфрама, определенный методом рентгеноспектрального микроанализа, показан на рисунке 4. ЭДС-анализ проводился в режиме вторичных электронов сканирующего электронного микроскопа.

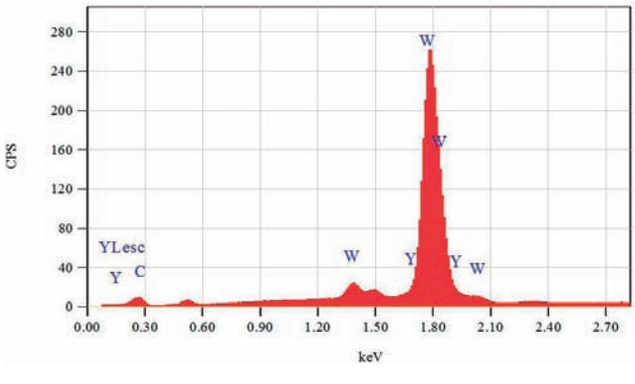


Рисунок 4 – Характеристический спектр ЭДС-анализа

По результатам ЭДС-анализа поверхность вольфрама после нанесения углеродного покрытия содержит 6,86 масс.% углерода. Полный элементный состав представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Элементный состав образца вольфрама W-12 с покрытием

Элемент	Масс.%	Атом.%
C	6,86	50,94
Y	7,41	7,44
W	85,73	41,62

Обработка дифрактограмм проводилась посредством программы для обработки и поиска «HighScore». Для идентификации фазового состава использовалась база данных Crystallography Open Database (далее – COD [14]) и база данных PDF-2 ICDD Release 2004. Оценка количественного содержания фаз определяется полуколичественным методом соотношения интенсивности (RIR).

Дифрактограммы рентгеноструктурного анализа исследованных образцов представлены на рисунке 5. Дифрактограммы получены при одинаковых условиях дифракционного эксперимента. Их визуальные отличия свидетельствуют о различиях в фазовом составе и структуре. В результате сравнения дифрактограмм образцы по характеру пиков были сгруппированы. Дифрактограммы образцов W-12 и W-13 отличаются наличием дополнительных пиков, что свидетельствует об образовании карбидных соединений. При сравнении в свою очередь дифрактограмм данных образцов между собой наблюдается перераспределение интенсивностей пиков дополнительных фаз. На дифрактограммах образцов W-11 и W-14 выражены пики дополнительных фаз малой интенсивности.

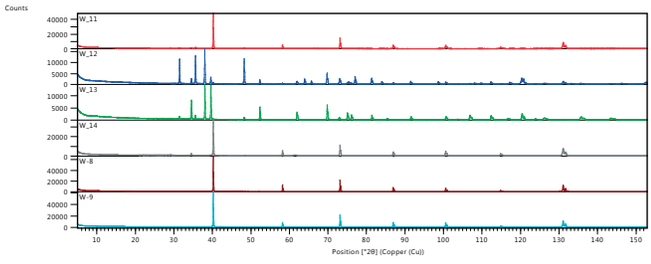


Рисунок 5 – Дифрактограммы образцов W-8, W-9, W-11, W-12, W-13, W-14 (излучение $K_{\alpha1,2}$)

По результатам рентгеноструктурного анализа произведена оценка толщины слоя покрытия образцов вольфрама, участвующего в формировании дифракционной картины, по формуле (1)

$$h = \frac{1{,}5 \cdot \sin(\theta)}{\mu}, \qquad (1)$$

где θ – угол дифракции;

m – линейный коэффициент ослабления, который определяется произведением массового коэффициента ослабления рентгеновских лучей на плотность материала r Массовые коэффициенты ослабления вольфрама и углерода находились согласно справочнику [14]. Формула (1) выведена в работе [15].

Таким образом, при условии содержания в составе образца карбидов вольфрама двух типов (WC, W_2C), полученные дифрактограммы несут информацию о структурном состоянии материала толщиной от 1,5÷2,7 мкм (при угле 2θ ~ 30°) до 5,5÷9,8 мкм (при угле 2θ ~ 135°). Для чистого вольфрама, глубина проникновения составляет от 1,6 мкм (при угле 2θ ~ 40°) до 4,2 мкм (при угле 2θ ~ 135°).

По результатам рентгенофазового анализа покрытий образцов вольфрама можно сделать выводы, что основной фазой в образцах W-8, W-9, W-11 и W-14 является кристаллическая фаза вольфрама с кубической сингонией. При этом на дифрактограмме образцов W-11 и W-14 наблюдаются пики невысокой интенсивности кристаллических фаз монокарбида WC и полукарбида W_2C вольфрама. Согласно дифрактограммам образцов W-12 и W-13 основой фазового состава является кристаллическая модификация фазы полукарбида вольфрама W_2C.

Заключение

Проведены эксперименты по нанесению в плазменно-пучковом разряде углеродных покрытий на поверхность поликристаллического вольфрама при различных значениях температуры (1273 K, 1673 K и 1973 K) и энергии ионов с одинаковой длительностью воздействия плазмы (10 мин). Флюенс ионов за время облучения составил 10^{23} м$^{-2}$.

Установлено, что микроструктура поверхности образцов вольфрама с покрытием имеет разную степень эрозии в зависимости от параметров плазменного облучения. Определено увеличение количественного содержания углерода на поверхности вольфрама. По результатам рентгеноструктурного анализа установлено образование кристаллической модификаций фаз монокарбида (WC) и полукарбида (W_2C) вольфрама.

Полученные результаты исследований могут быть использованы для разработки технологии образования углеродных покрытий в плазменно-пучковом разряде на кандидатных материалах ТЯР, что, в свою очередь, позволит внести вклад в проектирование элементов ТЯР, анализ их ресурса и влияния на параметры плазмы.

Список литературы

1. Pitts R.A. et.al. A full tungsten divertor for ITER: Physics issues and design status. – Journal of Nuclear Materials, 2013, vol. 438, p. S48–S56.

2. Ueda Y., et.al. Research status and issues of tungsten plasma facing materials for ITER and beyond. — Fusion Eng. Des., 2014, vol. 89, p. 901—906.

3. Takamura S., Ohno N., Nishijima D., Kajita S. Formation of Nanostructured Tungsten with Arborescent Shape due to Helium Plasma Irradiation. - Science and Nuclear Fusion Research, 2006, vol.1051, p.0511-0512.

4. Srivastava P., Vankar V., Chopra K. R.F. magnetron sputtered tungsten carbide thin films. – Bull. Mater. Sci., 1986, vol. 8, No. 3, p.379-384.

5. Gasparyan Yu., et.al. Ion-driven deuterium permeation through tungsten at high temperature. – Book of abstracts of the 18th International Conference on Plasma Surface Interaction, 2008, p.160.

6. Подгорный В., Белашев Б., Осауленкоо Р., Терновой А. Получение образцов карбидов в плазме дугового разряда. – Журнал технической физики, 2013, том 89, вып.7, с.77-81.

7. Shimada T., et.al. Bister formation in tungsten by hydrogen and carbon mixed ion beam irradiation. - Journal of Nuclear Materials, 2003, vol. 313-316, p.204-208.

8. Shimada T., et.al. Carbon behavior on tungsten surface after carbon and hydrogen mixed beam irradiation. – Journal of Nuclear Materials, 2004, vol. 329-333, p.747-751.

9. Peng H., et.al. Ion-driven permeation of deuterium in tungsten by deuterium and carbon-mixed ion irradiation. – Physica Scripta, 2011, T. 145, p.1-4.

10. Wang W., et.al. Deuterium trapping in and release from tungsten carbide. – Journal of Nuclear Materials, 1997, vol. 241-243, p.1087-1092.

11. Luthin J., Linsmeier Ch. Carbon films and carbide formation on tungsten. – Surface Science, 2000, vol.454-456, p.78-82.

12. Патент РК на полезную модель № 2080. Имитационный стенд с плазменно-пучковой установкой / Колодешников А.А., Зуев В.А., Гановичев Д.А., Туленбергенов Т.Р. и др. – опубл. 15.03.2017, Бюл. № 5.

13. Патент РК на полезную модель № 2221. Установка для моделирования взаимодействия плазмы с кандидатными материалами термоядерного реактора / Скаков М.К., Рахадилов Б.К., Туленбергенов Т.Р. – опубл. 15.06.2017, Бюл. № 11.

14. Блохин М.А., Швейцер И.Г. Рентгеноспектральный справочник. – М.: Наука, 1982. – 374 с.

15. Иванов А.Н. Дифракционные методы исследования материалов: конспект лекций по спецкурсу Физика металлов.– М.: МИСиС, 2008.– 99 с. (С. 20).

ТАУКЕНОВ А. С.

Генеральный директор ТОО «Led system» - производство светодиодной техники в СЭЗ г.Астана

ТАУКЕНОВ АМАНГЕЛЬДЫ САГАТОВИЧ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ И ДРУГИХ КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Ключевым моментом взаимодействия растения со световым потоком является процесс поглощения последнего. Только поглощенная энергия способна запасаться в растениях в виде химических связей, что и определяет формирование урожая. Эффективность утилизации лучистой энергии сильно зависит от оптических свойств растительного организма. Основными фитоэлементами, поглощающими лучистую энергию, являются листья. В меньшей степени, чем листья, лучистую энергию способны поглощать, а тем более утилизировать, стебли растений, а в ряде случаев – хозяйственно-полезные органы: плоды, колосья, ягоды и т.д.

В условиях светокультуры приходится иметь дело не с отдельными растениями, а с фитоценозами. Поэтому важную роль приобретает понимание не только прихода, но и распределения радиации внутри фитоценоза, что в свою очередь зависит не только от оптического свойства листьев и других фитоэлементов, но и от архитектоники фитоценоза как сложной фотосинтезирующей системы. Направленность падающего и прошедшего сквозь фитоценоз излучения может сильно меняться. В лучистом потоке, прошедшем внутрь фитоценоза, присутствует как прямая, так и рассеянная фитоэлементами радиация. При использовании искусственных источников света в радиации, проходящей сквозь верхний листовой слой, преобладают потоки, в которых прямые лучи имеют часто большую долю, чем рассеянные, и направление максимальной силы света в прямой зависимости от расположения источников излучения. Однако в некоторых точках листовых ярусов, расположенных внутри фитоценоза, где прямое излучение от источника экранируется листьями, значительную долю составляет рассеянная радиация. Прямая радиация теряет свое первоначальное направление и приближается к диффузной при не менее чем двукратном прохождении через лист.

К примеру фитоценозы салатных овощных культур образуют низкорослые посевы, листовую структуру которых можно принять за одноярусную. Радиация после взаимодействия с такими фитоценозами в целом сохраняет первоначальную направленность, так как в ней преобладают прямые потоки и потоки, прошедшие в основном сквозь один лист. Для многоярусных фитоценозов (например, фитоценоза огурца) в средних и особенно нижних слоях рассеянная радиация играет доминирующую роль, поскольку оптический путь светового луча, упавшего на такой фитоценоз, связан с прохождением через несколько листьев.

Одним из методов повышения продуктивности растений за счет более полного поглощения излучения листьями растений в условиях искусственного освещения является пространственная структура светового поля и его взаимодействие с фитоценозом.

В реальных фитоценозах боковое освещение может быть более эффективным, чем освещение сверху при одинаковых мощностях лучистых потоков, поскольку оно более объемно и лучше распределяется по ассимилирующей поверхности фитоценоза. Указанные факты на практике далеко не всегда принимаются во внимание и в условиях светокультуры растения часто облучаются лучистыми потоками, приходящими из около вертикальных направлений, независимо от интенсивности используемого излучения. При этом неоднородность внутреннего радиационного поля в фитоценозе сильно возрастает. Вклад вертикальных лучистых потоков в формирование внутреннего радиационного поля более чем на порядок превышает вклад лучистых потоков, приходящих из остальных угловых диапазонов. Такой способ облучения фитоценозов в условиях светокультуры не может быть признан рациональным. Светодиодные облучатели, выпускаемые предприятием ТОО «Led system» предназначены для облучения растений в промышленных теплицах и других культивационных сооружениях защищенного грунта и являются источником искусственной фотосинтетической активной радиации (ФАР). Источники ФАР следует располагать так, чтобы излучение падало под определенным углом на фитоценозы. Это особенно важно, учитывая то обстоятельство, что скорость фотосинтеза увеличивается при облученности одновременно листа растения с обеих сторон.

Установлено, что у растений так располагаются листья в пространстве, чтобы при дефиците света максимально поглощать падающую энергию, а при избытке – уменьшать световое поглощение. Такая регуляция оптической структуры сформировалась у растений в процессе их филогенетического развития с учетом движения Солнца по небосклону.

В условиях искусственного облучения растений, когда источники света расположены, как правило, неподвижно относительно растений, правильный выбор углов падения световых лучей на фитоценоз может оказать большое влияние на рациональное использование искусственного излучения в светокультуре растений.

Величина облучения растений в теплице складывается из двух составляющих: естественной и искусственной ФАР. В теплицах, расположенных в южных регионах, вклад естественной составляющей ФАР будет выше, чем для теплиц, расположенных в средней полосе, а тем более в северных регионах. Не правильно подобранные световые режимы облучения могут привести к недобору урожая растений при недостатке искусственного света либо к необоснованному удорожанию себестоимости растительной продукции при его избытке.

Решение о применении в теплице системы досветки требует анализа ряда факторов: товарная стратегия тепличного хозяйства (стремление снизить затраты производства при максимальном использовании естественной ФАР в теплый период года или стремление увеличить доходы при максимальных ценах реализации растительной продукции в холодный период года), светокультура (сорт, вегетативный период), применяемые технологии, финансовые, организационные, технические возможности и т.д. Необходимо принимать во внимание не только интенсивность облучения растений, но длительность фотопериода, который будет применяться в конкретном технологическом процессе.

При анализе рекомендуется использовать комбинацию факторов: величины интенсивности ФАР и продолжительность фотопериода, произведение которых составляет количество приходящей к растениям энергии в области ФАР, то есть дозы облучения растений. Некоторые эксперты используют понятие «DailyLightIntegral» или сокращенно – DLI[1].

Одинаковые дозы облучения растений можно получить при низком уровне облученности, соответствующему слабому фотосинтезу и продолжительному фотопериоду или, наоборот, при высоком уровне облученности, соответствующему интенсивному фотосинтезу и короткому фотопериоду. Поэтому выбор интенсивности света и продолжительность фотопериода должны находится в определенном диапазонах.

В представленных светодиодных облучателях применяется технология полного спектра (fullspectrum). Светильники являются источником всего спектрального диапазона ФАР, в котором представлены кванты света различных длин волн. Это обеспечивает ход всего многообразия фотобиологических процессов, присущих растительным организмам.

Экономическая эффективность применения системы досветки (как светодиодной, так и традиционной на основе ламп ДНаТ) в овощеводстве закрытого грунта должна производиться для каждого тепличного комплекса или отдельной культивационной установки индивидуально с учетом ситуации на конкретном предприятии и желаемыми показателями хозяйственной деятельности.

При применении системы досветки на основе светодиодов следует учитывать важные аспекты нового технического решения:

- Увеличенный КПД светодиодной системы. Светодиодная система досветки имеет более высокий коэффициент полезного действия при конвертации энергии электрического тока в энергию биологически активного электромагнитного излучения (фотосинтетическую активную радиацию или сокращенно ФАР) по сравнению с традиционной системой досветки на основе натриевых ламп высокого давления). Светодиодная досветка требует меньших затрат электрической энергии на генерацию ФАР и капитальные затраты на электрооборудование могут быть меньшими. Для упрощения ниже применятся равные капитальные затраты (трансформаторы, кабелирование и т.д.).

---

1 *DailyLightIntegral (DLI) – дневная доза облученности фитоценоза в вертикальном направлении.Моль вещества полностью прореагирует с лучистым потоком, если на него упадет количество квантов (фотонов), равное числу Авогадро. Отсюда можно принять это количество фотонов в качестве единицы квантового (фотонного) потока, называемого «моль квантов (фотонов)» или Эйнштейн.*

➢ Возможность локализации светового потока светодиодного светильника. Светодиодные светильники не обжигают растения и позволяют локализовать световой поток непосредственно на фитоценозе растений, в меньшей степени освещая технологические проходы. При меньших затратах электрической энергии больший объем ФАР направляется в зону фитоценоза (на 30% больше, чем при равномерной засветке производственной территории).

➢ Благоприятный для роста растений спектр. В светильниках реализован подход полного спектра с корректировкой на потребности растения. Растение имеет возможность получать радиацию во всем биологически активном диапазоне (360 – 800) нм, что благотворно влияет на обменные процессы в растении.

➢ Длительный срок службу. Светодиодные светильники имеют длительный срок службы, превышающий номинальный срок службы НЛВД в 3 – 4 раза. Номинальный срок службы для светодиодных светильников установлен 40000 часов. Но возможно использование и более длительное время.

➢ Стабильность светового потока во времени. Светодиодные светильники имеют стабильный световой поток в процессе эксплуатации. Спад светового потока не превышает 10% от первоначального уровня в течение номинального срока службы 40000 часов.

➢ Возможность регулировки светового потока. По дополнительному заказу светильники выпускаются с опцией регулировки светового потока от 0 до 100%. Система светодиодной досветки может иметь соединение с метеостанцией теплицы и световой поток будет регулироваться автоматически в соответствии с заданными параметрами. Таким образом обеспечивается равномерная досветка фитоценоза при меньшем потреблении электроэнергии в условиях нарастания количества естественной солнечной радиации в теплый период года. Достигается оптимизация затрат на досветку в соответствии с целевыми показателями урожайности.

Рассмотрим экономическую целесообразность применения светодиодной системы досветки.

Срок окупаемости рассчитываемпо формуле:

Т = ΔК / (ΔИ + ΔД), где

ΔК – разница в капитальных затратах систем досветки на НЛВД и светодиодах;

ΔИ – разница в эксплуатационных издержках;

ΔД – разница в доходах от урожайности.При эквивалентном уровне облученности не учитывается (ΔД = 0).

Расчет на 1 га рабочей площади

Целевой показатель горизонтальной облученности фитоценоза 20 моль/м^2*дн

Новое техническое решение на основе светодиодов для досветки в овощеводстве закрытого грунта увеличивает потребность в инвестициях, но сокращает потребность в оборотном капитале, что является привлекательным при долгосрочном вложении средств в тепличные хозяйства.

	Наименование	Значение	
	Источник ФАР	Светодиодный излучатель ТОО «Led System»	ЖСП (ДНаТ600)
Капитальные затраты	Удельная эл. мощность системы досветки, Вт/м^2	140	250
	Количество светильников, шт.	6000	4000
	Стоимость 1 шт., долл. США	180	160
	Стоимость на 1 га, долл. США	1 080 000	640 000
	Разница в капитальных затратах, долл. США	440 000	
Эксплуатационные издержки	Расход эл. энергии в час, кВт*ч	1400	2500
	Региональный тариф на эл. энергию, долл. США/кВт*ч	0,05	
	Стоимость эл. энергии за 1 час., долл. США	70	125
	Разница издержек на досветку, долл. США/час	55	
	Затраты на техническое обслуживание системы досветки[1]	0	30
	Разница затрат на техническое обслуживание, долл. США/ч	85	
	Разница затрат на ремонт системы досветки, долл. США/ч [2]	0	
	Разница в эксплуатационных издержках, долл. США/час	85	
	Период окупаемости, час /лет (при наработке 4000 час)[3]	5200 / 1,3	

[2] Система досветки на НЛВД требует проведение плановых мероприятий по техническому обслуживанию:
плановая замена рефлекторов светильников ежегодно (должна осуществляться раз в год, например, через 4000 – 7000 часов наработки; стоимость замены рефлектора примерно 20 долл. США или 20 х 4000 = 80 000 долл. США/га или около 13 долл. США/час при средней наработке в год 6000 часов);
плановая замена ламп после снижения светового потока на 10% (должна осуществляться, например, через 12000 час. наработки; стоимость замены лампы примерно 50 долл. США или 50 х 4000 = 200 000 долл. США/га или около 17 долл. США/час при средней наработке в год 12000 часов).
Светодиодная система досветки не требует плановой замены элементов до конца эксплуатации.

[3] При равных показателях надежности затраты на ремонт систем досветки затраты на ремонт принимаются равными ($L_{90}F_{90}$).

[4] В случае отсутствия реальных затрат на плановую замену ламп и рефлекторов у системы досветки на основе НЛВД неизбежно наступает снижение уровня облученности фитоценоза в теплице (на 30-50%), что повлечет снижение урожайности и возникнет разница в доходах от урожайности при сравнении систем досветки.

САИПОВ А., БАЙҚОНЫСОВ Е.

АҚШ БІЛІМ ЖҮЙЕСІ МЕН ҒЫЛЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. *Мақалада АҚШ білім беру жүйесіне бүгінгі күнгі ақпараттар келтіріледі. Білім беру жүйесінің қағидаларына шетелдік ғалымдардың тұрғыда берген пікірлері қарастырылады. Білім жүйесін қалыптастыруда АҚШ-тың ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарының мәліметтрі келтіріледі. Білім мен ғылым саласына қандай дәрежеде көңіл бөлінгендігі туралы мағлұматтар және Қазақстан Республикасындағы білім беру жүйесінің құрылымына тоқталып, білім беру жүйесі көрсетіледі.*

Қазіргі таңда әлемдік жоғары мектепте білім беру жүйесінің интеграциялану проблемалары маңызды орынға ие болып отыр. Оның бастыларына мыналарды жатқызуға болады: жаңа қоғамға жәй ғана мамандар қажет емес, ақпараттар ағымында еркін бағдар жасай алатын, материалды, керекті білімдерді өңдеп-түрлендіре алатын, өзіндік дамуға, өз-өзін жетілдіре алатын нағыз кәсіптенген мамандар даярлау бүгінгі күн талабы. Сонымен қатар, Еуропамен салыстырғанда бірнеше онжылдықтар бойы тиімді жүзеге асып келе жатқан еліміздегі жоғары білімнің салыстырмалы жетістіктерін айтуға болады. Орта мектептен кейінгі көп сатылы білім беру құрылымы (бакалавриат, магистратура, докторантура) білім алушының жеке тұлғалық қабілеттерін ескере отырып білім алушының білім алу бағытын оперативті түзетуге мүмкіндік береді.

Неміс ғалымы Г. Хофштет бойынша АҚШ-тың ұлттық ерекшеліктері болып табылатын жекетұлғалық және бәсекелестік қағидасы маман дайындауда жағымды әсер етіп, білім беру сатысының келесі кезеңдеріне үздік студенттерді іріктеуге мүмкіндік береді [1]. Американдық зерттеушілер Р. Петерсон мен В. Петерсон АҚШ-тың жоғары білім беруін бейнелейтін келесі негізгі қағидаларды айқындады: жалпыға ортақтық; демократиялық; үздіксіздік; икемділік; интеграция [2]. Жалпыға ортақтық - білім берудің әртүрлі құрылымдары мен деңгейлеріне халықтың қатыса алу мүмкіндігі болып табылады.

Білім берудің негізі ретінде үздіксіздік қағидасы Дж. Дьюидің ғылыми жұмыстарында қарастырылған. Дж. Дьюи, білім беру үрдісі білім алушылардың қазіргі білім алуын қамтамасыз етіп қана қоймай, оларда өмір бойы білім алу тәжірибесін жалғастыру қажеттіліктерін қалыптастыру керектігін басып айтты [3]. Қазіргі кезде білім алудың үздіксіздік қағидасы нарық қоғамындағы бәсекелестіктен табылатын маман болудың бірден бір шарты ретінде қарастырылады.

АҚШ-та орта мектеп екі сатыға бөлінеді - әр қайсысы үш жылдан: кіші және жоғары. Кіші орта мектептерінде басқа да оқу кезеңдері секілді біркелкі оқу жоспарлары, бағдарламалары, оқулықтары жоқ. Әр мектеп айналасы өзінің жеке ұсыныстары мен уақыт бөлісімдерін саралап арнайы бағдарламалар дайындайды. Алайда олардың оқу алдына қойған міндеттері кіші мектептерде қадағаланып отырады.

АҚШ-тың білім беру жүйесі мына бөліктерден құралады: *мектепке дейінгі оқыту*, яғни, 3-5 жас аралығындағы бүлдіршіндер тәрбиеленеді; *бастауыш мектептер* (1-8 сыныптар), мұнда 6-13 жас аралығындағы балалар оқиды; *орта мектеп* (9-12 сыныптар), онда 14-17 жастағы қыздар

мен ұлдарды оқытады; білім берудің ең соңғы деңгейі жоғары оқу орны болып табылады.

Оның ішінде бастауыш және орта білім туралы айтар болсақ: мектепке дейінгі бүлдіршіндер 5 жасқа дейін бала-бақшада тәрбиеленеді және нөлдік сыныптарда қарапайым ойындардан оқудың алғашқы жазу, оқуды үйрену сатысына өтеді. Мұнда оқытуға 60 пайыз 5 жасқа дейінгі балалар барады, алайда біраз ата-аналар балаларын жеке меншік мектептерде оқытады. АҚШ-та колледж педагогтары жасаған ең кішкентай сәбилерге арналған ясли мектебі де бар.

Америкалық мектептерде оқу 170-186 күнге созылады, балалар аптасына бес күн оқиды. Бір күнде 5-7 сағаттан: 8.30-дан 15.30 аралығында өтеді. Оқу жылы ережеге сәйкес тоқсандықтарға бөлінген. 8 сыныптан бастап оқушылар пәндерді тандайды [4]. Міндетті пән қатарына: ағылшын, матеметика, әлеуметтану, өзін-өзі тану, дене шынықтыру, гигиена, ән, өнер, еңбек (ер балаларға), үй шаруасы (қыз балаларға).

Жалпы колледждер бакалавр деңгейін беру үшін төрт жылдық оқыту бағдарламасымен оқыта береді Колледждер тәуелсіз болып та немесе университттің бір бөлігі ретінде де кездеседі. Америкада екі мыңнан аса дәстүрлі төрт жылдық колледждер мен университеттер бар. Әр қайсысының өзінің ерекшеліктері бар. Колледждер өз беттерінше арнайы бағытты тандай алады. Мысалы, гуманитарлық колледждер тек гуманитарлық салаларды оқытады.

Ал, Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы негізінде білім беру жүйесінің құрылымы екіге бөлінеді: жалпы білім беру және кәсіптік білім беру.

Кәсіптік білім берудің әрбір сатысындағы білім беру мазмұны тиісті кәсіптік бағдарламамен белгіленеді. Мектепке дейінгі тәрбиелеу мен оқыту Мектепке дейінгі тәрбие отбасында және мектепке дейінгі ұйымда жүзеге асырылады. 5 (6) жастағы балаларды мектепке барар алдында даярлау міндетті және ол отбасында, мектепке дейінгі ұйымда немесе мектепте жалпы білім беру бағдарламаларының шеңберінде жүзеге асырылады. Ол мемлекеттік білім беру ұйымдарында тегін жасалады.

Орта білім беру Қазақстан Республикасының азаматтарына мемлекеттік оқу орындарында тегін орта білім алуға кепілдік беріледі. Орта білім алу міндетті. Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін дамытудық 2010 жылға дейінгі бағдарламасы негізінде жалпы орта білім үш сатылы: бастауыш (1-5 сыныптар), негізгі (6-10 сыныптар) және жоғары (11-12 сыныптар) жалпы орта білім беретін оқу орнында кезең-кезеңмен алынады.

Жалпы білім беретін орта мектептің мақсаты адамгершілігі, әр жақты дамыған өзінің және қоғамдық мүдделерді ұштастыра білетін, халық мәдениетін жетілдіру ісінде өз ұлты мен жалпы адамзат қазынасын тиімді пайдаланатын адамды тәрбиелейді. ҚР азаматтарына мемлекеттік оқу орындарында тегін орта білім алуға кепілдік беріліп, орта білім алу міндеттеледі. Жалпы орта білім - үздіксіз білім беру жүйесіндегі негізгі деңгей. Жалпы орта білім 3 сатылы: бастауыш (1-5 сыныптар) негізгі(6-10 сыныптар) және жоғары (10-12 сыныптар) [5]. Жалпы білімнің нұсқалығына, білім берудің ауқымды инфрақұрылымын қалыптастыруға, жалпы орта білім беретін ұйымдардық әр алуан түрлері мен үлгілерін дамытуға жалпы білім беретін мектеп, гимназия, лицей және басқаларды құру арқылы қол жеткіземіз.

Американың ең мықты университтері болып Гарвард, Пристон, Йель, Колумбия, Браун, Дартсмут, Корнелл, Пенсильван секілді оқу орындары саналады [6]. АҚШ-тағы Калифорния технологиялық институты әлемдегі ең үздік университет ретінде танылды. Екінші орынды бірдей бал жинаған ұлыбританиялық Оксфорд пен америкалық Стэнфорд университеті иеленген. Алдыңғы ондықта сонымен бірге Гарвард, Кэмбридж, Массачусетс технологиялық университеті мен Чикаго университеттері де бар [7].

Америка Құрама штаттары үшін ғылым негізгі мемлекеттік салалардың бірі. Бүгінгі таңда бұл мемлекет Нобель сыйлығының иегерлері саны жөнінен әлем бойынша бірінші орынға ие. 2012 жылдың қорытындысы бойынша, АҚШ азаматтарына 331 Нобель сыйлығы берілген [8].

АҚШ-тың ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды жүзеге асыруға байланысты экономикасының үш секторын бөліп көрсетуге болады: академиялық ғылым (АҚШ-та университет қабырғасында жүргізілетін зерттеулер осылай аталады), мемлекеттік ғылыми-зерттеу зертханалары және жеке бизнес.

Жаратылыс ғылымдары мен гуманитарлық зерттеулерден тұратын іргелі зерттеулер басым жағдайларда университет қабырғаларында (зерттеулердің 55%) және мемлекеттік зертханаларда (40%) жүзеге асырылса, қолданбалы зерттеулер мен конструкторлық әзірлемелер негізінен жеке бизнес зертханаларында іске асырылады.

Ғылымға жұмсалатын қаржының 30% федералды бюджеттен бөлінсе, 1% – штаттар мен жергілікті билік органдары бюджетінен, 6% – университеттің өз қаржысы есебінен және 63% өндіріс пен бизнестің инвестициясы.

2015 жылы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға әлем бойынша 962 млрд. АҚШ доллары жұмсалса, соның 1/3 бөлігі Америка Құрама Штаттарына тиесілі. Аталмыш тізімде екінші орында тұратын Жапония мемлекеті мен АҚШ-ты қоса алсақ, ғылымға жұмсалған әлемдік қаржының 50% осы екі елдің үлесіне тиеді. 2011 жылдың қорытындысы бойынша АҚШ ҒЗТКЖ-ға 405,3 млрд. доллар жұмсаған. Бұл ЖІӨ-нің 2,7%-на тең [9].

Мемлекеттік ғылым саясатын әзірлеуде үкіметтік емес ұйымдардың өз орны бар. Мұндай ұйымдарға Ұлттық ғылым Академиясы (ғалымдар қауымдастығы), Ұлттық зерттеу кеңесі, Америкалық ғылымды дамыту ассоциациясы, пайда табуды көздемейтін бірқатар корпорациялар (мысалы, Брукинг институты, «Мұра» қоры және т.б.) жатады.

Ғылыми-техникалық кадрларды даярлау да өте өзекті болып табылады. 2000-2015 жылдары АҚШ-тағы ғылым және инженерлік кәсіп саласындағы жұмыс істейтіндердің саны күрт артып, оның негізгі бөлігін информатика және компьютерлік технология мамандары құрады. Алайда ғылыми-техникалық кадрларды даярлаудағы кейбір тенденциялар АҚШ сарапшыларын алаңдатып отыр. Конгресс зерттеу қызметінің мәлімдеуінше, техникалық жоғары оқу орындарының түлектері өте көп болғанына

(барлық бітірушілердің 33%) қарамастан, физика, математика, компьютерлік және инженерлік ғылымдар саласындағы бітірушілердің саны өзгеріссіз қалып отыр. Тек медикобиологиялық салада бітіруші санының тұрақты өсуі байқалады [7, 2 бет].

Келесі бір өзекті мәселе – американдық жоғары оқу орындарындағы күннен-күнге ұлғайып келе жатқан шетел студенттері, аспиранттары және ғалымдары. Бірқатар университеттерде ғылыми-техникалық жұмыстармен айналысатын шетелдік аспиранттардың жалпы аспиранттардан үлесі 40-50% жетеді. Жалпы алғанда, мұндай жағдай американдық сарапшылар тарапынан оң бағаланып, оның елдегі білім, ғылым және экономикаға пайдасы мойындалған.

АҚШ-тағы зерттеулердің басым бөлігі жоғары оқу орындарының үлесіне келеді. Университетте жүзеге асырылатын зерттеулердің барлығы екіге бөлінеді: демеушілер көмегімен жасалатын (sponsored) және университеттің өз күшімен жасайтын (university and departamental) зерттеулері.

2010-1015 жылдары АҚШ-тың барлық университетттері 48 млрд. долларға зерттеу жұмыстарын жүргізсе, соның 9,1 млрд. доллары «университеттің өз күшімен жасаған» зерттеулеріне тиесілі болып, зерттеулердің басым бөлігі демеушілік категорияға (80%) жатты. Қаражаттың негізгі бөлігі іргелі зерттеулерге (75%) 22% қолданбалы зерттеулерге және тек 4% тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелерге жұмсалды [10].

Зерттеу келісімдерін қарастыратын болсақ, АҚШ заңнамасы зерттеу саласындағы тапсырыс беруші мен орындаушы арасындағы келісімнің 3 түрін қарастырады: грант, келісім-шарт, кооперативтік келісім.

Грант – федералды үкімет, штаттар немесе муниципалитет бюджетінен, қайырымдылық ұйымдар мен қорлардан қаражаттардың университетке қайтарымсыз түрде берілуі. Грант келісімдерін жүзеге асыруға пайда табуды көздемейтін ұйымдар ғана үміттене алады [11]. Зерттеулерді жүргізу барысында мемлекетке, штатқа және жалпы қоғамға құнды болып табылатын нәтижелерге қол жеткізу қажеттілігіне мән беріледі.

Келісім-шарт – жүзеге асырылған еңбектен түсетін табыс тапсырыс берушіге тиесілі болатын, қаржыландырушы тарап пен жұмысты орындаушы жақ арасындағы келісім. Келісім-шарттар қолданбалы және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды қаржыландыру кезінде қолданылып, алынған өнім патентпен немесе интеллектуалдық меншікті қорғаудың өзге де амал-тәсілдерімен қорғалады.

Кооперативтік келісімдер қаржыландырудың бірнеше тараптары бір мақсатты көздегенде, яғни қоғамдық маңызды нәтижеге қол жеткізу, грант ретінде қолданылады.

АҚШ-тағы ғылым жүйесінің тағы бір ерекшелігі инженер мамандарды даярлауда: 1980 жж.-дың соңында бұл елде инженерлік мамандықтардың мәртебесі төмендеп, экономика үшін қажетті техникалық маман иелерінің саны азайды, орта мектеп бітірушілерінің арасынан инженерлік бағдарламаларды таңдайтындардың саны күрт қысқарды. Мектептердегі жас буын бизнес пен құқықтануды көбірек таңдады. Мемлекеттегі ғылыми-техникалық кешеннің үлкен қарқынмен дамуына қауіп төнді, өйткені нақ осы инженерлік сала жаңа техника, қызметтер, технологиялар секілді инновациялық өнімдердің шығарылуымен байланысты еді [12].

Дәл осы мәселе Қазақстанның бүгінгі жағдайындағы басты мәселесі болып отыр. Біздің де еліміздегі мектеп бітірушілер техникалық, соның ішінде инженерлік мамандықтарға барғысы келмей, дипломат, заңгер, қаржыгер болғылары келеді.

Табысты болудың ең іргелі, басты факторы білім екенін әркім терең түсінуі тиіс. Жастарымыз басымдық беретін межелердің қатарында білім әрдайым бірінші орында тұруы шарт. Себебі, құндылықтар жүйесінде білімді бәрінен биік қоятын ұлт қана табысқа жетеді [13]. Сондықтан жаһандық үдеріске енуде әлемнің дамыған озық технологиялы елдері қатарында болуымыз үшін білімді ұрпақты тәрбиелеуіміз керек.

Қорыта келе, АҚШ жоғары білім беруінің қарқынды дамуы гуманизация, вариативті және элективті қағидаларына негізделген факультативті, таңдау еркіндігі, жекетұлғалық, бәсекелестік, икемділік пен стандарттар арқылы басқарылатын элективті-детерминанты тәсіл арқылы жүзеге асатыны белгілі болды. АҚШ-тың жоғары білім беру жүйесінің негізгі қағидаларын сараптау жоғары білім беру жүйесінің болондық үдеріске байланысты модернизациялануы мемлекеттік білім беру саясатының әлеуметтік бағыттылығы бәсекеге қабілетті адамдық капитал жасау перспективасымен жүзеге асатынын айқындайды.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. https://ru.wikipedia.org/wiki

2. https://energylogistics.onepeterson.com/ru/our-people/life-at-peterson

3. https://zenon74.ru/school/progressivnaya-pedagogika-dzhona-dyui

4. https://massaget.kz/layfstayl/bilim/bilim-ordalary/ash/18478/

5. Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 27 шілдедегі № 319 Заңы

6. Исследовательские университеты США: механизм интеграции науки и образонаия. Под ред. проф. В.Б.Супяна. – М.: 2009. – С.74

7. https://www.azattyq.org/a/kazakhstan.../24729301.html

8. el.kz/kz/news/.../ақш-ғылым-жүйесі-туралы-не-білеміз

9. emirb.org/azirgi-zamanfi-bilim-berudi-damitu-tendenciyalari..

10. Federal Research and Development Funding: 2010. Congressional Research Service. - Washington, 2009, – P.10.

11. Gibbons M. Engineering by the Numbers // Official website of American society for Engineering and Education. www.asee.org/colleges.

12. Дежина И. Поддержка фундаментальной науки в США: уроки для России // Троицкий вариант. – 2011. № 25. – С.6.

13. Н.Назарбаев. Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру. 12.04.2017.

АЙМЕНОВ Ж. Т.

доктор технических наук, профессор, Заслуженый деятель Республики Казахстан

А.Ж. АЙМЕНОВ, Н.Б. САРСЕНБАЕВ, Б. К. САРСЕНБАЕВ , Ж.Т.АЙМЕНОВ, Г.Р. САУГАНОВА

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЦЕМЕНТОВ С ДОБАВКОЙ ОТХОДОВ КАРБОНАТНО-БАРИЕВЫХ ХВОСТОВ

В настоящее время в Казахстане ощущается дефицит кондиционных щелочных компонентов выпускаемых ежегодно 8 млн. т соды и щелочи не хватает для нужд производства и они дороги. Поэтому для производства композиционных вяжущих и бетонов используются различные щелочесодержащие отходы технологических процессов и производств (например, металлургической -и химической промышленности).

В частности, весьма перспективным многотоннажным щелочесодержащим отходом для производства шлакощелочных бетонов, особенно в районе Средней Азии, является содосульфатная смесь - отход производства капролаутама Чирчикского п/о «Электрохимпром» (ежегодный выпуск составляет 14 млн. т). Отход представляет собой сложный продукт химического состава: сульфат натрия - 30...35%; карбонат натрия -50...55% и хлорид натрия 10... 15%. Исследованию возможности использования этого отхода в производстве шлакощелочных бетонов до настоящего времени посвящено незначительное количество работ. Так, в работах [1] показана возможность получения шлакощелочных вяжущих марок 300, 400 на основе смесей солей натрия, слабых и сильных кислот.

Для приготовления бетонной смеси тяжелых бетонов из КМКТМЦ с добавкой отходов карбонатно-бариевых хвостов (ОКБХ) использовали бетоносмеситель принудительного действия СЛ-ЦБ-10 крупного заполнителя, песка и вяжущего и последующим добавлением необходимого количества воды затворения.

Тяжелые бетоны из КМКТМЦ с добавкой ОКБХ готовили из подвижных смесей не ниже марки П4 (ОК≥19 см). Исследовали следующие строительно – технические свойства бетонной смеси и бетона: удобоукладываемость (по осадке конуса), плотность, воздухововлечение, водоотделение и прочность.

Результаты исследования свойств и составов тяжелых бетонов из КМКТМЦ с добавкой ОКБХ приведены в таблицах 1 и 2.

Как видно составы тяжелых бетонов на основе КМКТМЦ с добавкой ОКБХ из №1, №2, №3, №4 таблице 3 и таблице 4, соответствуют проектному классу (марке) по прочности. Состав №2 не удовлетворяет требованиям по прочности и водоотделению, это объясняется нами низким расходом КМКТМЦ с добавкой ОКБХ в бетоне. Из-за недостатка КМКТМЦ с добавкой ОКБХ и малой толщины обмазки заполнителя повышается трение между его зернами, что приводит к снижению удобоукладываемости бетонной смеси. Для достижения требуемой подвижности КМКТМЦ с до-

Таблица 1 - Составы бетонов на основе КМКТМЦ с добавкой ОКБХ и ПЦ500Д0.

№ составов	Вид вяжущего	Расход цемента и заполнителей кг/м³			
		цемент	мелкий (песок)	крупный (щебень)	вода
М100 (В7,5)					
1	ПЦ500Д0	190	880	1080 (щебень)	200
2	КМКТМЦ с добавкой ОКБХ				180
М200 (В15)					
3	ПЦ500Д0	260	940	1060 (щебень)	170
4	КМКТМЦ с добавкой ОКБХ				130
М300 (В22,5)					
5	ПЦ500Д0	280	850	1150 (щебень)	172
6	КМКТМЦ с добавкой ОКБХ				124
М550 (В40)					
7	ПЦ500Д0	390	780	1160 (щебень)	168
8	КМКТМЦ с добавкой ОКБХ				123

бавкой ОКБХ необходимо добавлять избыточное количество воды затворения, которая с течением времени и отделяется из бетонной смеси.

Выше указное процессы также подтверждается зависимостью снижения водопотребности (ΔВ) КМКТМЦ с добавкой ОКБХ - бетонов относительно бетонов на портландцементе с увеличением расхода КМКТМЦ. Повышенная удобоукладываемость бетонной смеси обеспечивается в данном случае с возрастанием толщины обмазки вокруг зерен заполнителя, что не требует лишнего расхода воды.

Для производства низкомарочных бетонов необходимо использовать КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ, расход которого будет значительно выше, чем при использовании КМКТМЦ-50 с добавкой ОКБХ, поэтому можно ограничить расход КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ в бетоне 250 кг.

Из анализов экспериментальных данных видно, что тяжелый бетон на КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ соответствует проектному классу (марке) по прочности и характеризуется водоотделением, не превышающим значения, требуемого ГОСТ 10181-2000 (0,8 %).

Для бетонной смеси важной характеристикой является сохраняемость подвижности. Поэтому нами экспериментальная работа проведена оценка сохраняемость подвижности на примере тяжелого бетона из КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ марки (класса) по проч-

Таблица 2 – Строительно-технические свойства составов тяжелых бетонов из КМКТМЦ с добавкой ОКБХ

№ составов	ОК, см	В/Ц	ΔВ, %	Плотность бетонной смеси, кг/м³	Воздухововлечение, %	Водоотделение, %	Прочность бетона на сжатие, МПа после ТВО	в возрасте, сут 1	7	28
М100 (В7,5)										
1	20,9	1,3	-	2345	6,8	0,5	5,9	2,5	5,9	11,5
2	19,3	1,1	9,9	2360	6,9	3,1	4,8	2,3	6,5	9,5
М200 (В15)										
3	20,5	0,86	-	2335	5,5	0,2	13,7	5,0	19,1	26,4
4	19,8	0,63	18,8	2380	5,8	0,4	13,5	5,6	18,9	27,5
М300 (В22,5)										
5	22,0	0,61	-	2320	5,3	нет	16,5	8,9	22,0	32,4
6	20,5	0,53	27,9	2330	4,8	нет	18,8	10,8	23,5	35,2
М550 (В40)										
7	21,0	0,46	-	2400	3,5	нет	34,0	20,6	41,8	51,5
8	24,8	0,35	26,8	2450	3,1	нет	38,1	25,5	46,8	54,6

Таблица 3- Состав тяжелых бетонов из КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ

№ состава	Вид вяжущего	Расход цемента и заполнителей кг/м³			
		цемент	мелкий (песок)	крупный (щебень)	вода
М100 (В7,5)					
1	КМКТМЦ с добавкой ОКБХ	280	850	1150	127

Таблица 4 – Строительно-технические свойства составов тяжелых бетонов из КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ

№ состава	ОК, см	В/Ц	ΔВ, %	Плотность бетонной смеси, кг/м³	Воздухововлечение, %	Водоотделение, %	Прочность бетона на сжатие, МПа			
							после ТВО	в возрасте, сут		
								1	7	28
М100 (В7,5)										
1	19	0,44	-	2290	5,6	0,2	9,0	3,8	6,9	12,5

ности М300 (В22,5). На рисунке 1 приведены результаты экспериментальных испытаний.

Из рисунка 1 следует, что сохраняемость бетонной смеси как на КМКТМЦ-30 без добавки, так и на КМКТМЦ-30 с добавкой ОКБХ практически не отличается.

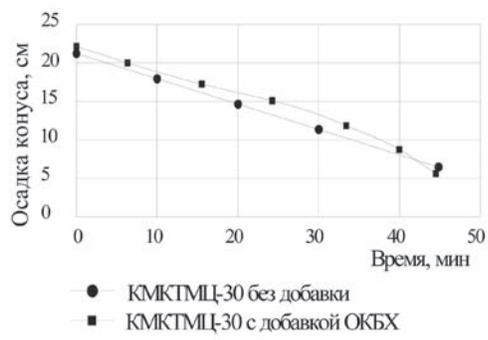


Рисунок 1- Сохраняемость подвижности бетонной смеси КМКТМЦ-30 без добавки и с добавкой ОКБХ

Таким образом, в результате проведенных исследований получены в зависимости от вида щелочного компонента, условий твердения и тонины помола композиционных вяжущих и бетонов на их основе с добавкой ОКБХ марки от М300 до М600.

Литература

1. Сарсенбаев Б.К., Естемесов З.А., Айменов Ж.Т.,Сарсенбаев Н.Б., Айменов А.Ж. Шлакощелочные вяжущие и бетоны // - Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2016.-360с.

У.К.ЖАПБАСБАЕВ,
Б.К.КЕНЖАЛИЕВ,Г.И.РАМАЗАНОВА, Т.Т.БЕКИБАЕВ
Е.С.МАХМОТОВ, Б.К.САЯХОВ

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SMARTRAN ПО НЕФТЕПРОВОДНЫМ МАРШРУТАМ АО «КАЗТРАНСОЙЛ»

В результате интеграции программного обеспечения SmartTran (далее ПО SmartTran) и SCADA системы и АСКУЭ создана цифровая технология для мониторинга, управления и оптимизации технологических режимов перекачки нефти и нефтяных смесей на участках магистральных нефтепроводов, работы насосных агрегатов, печей подогрева, температуры грунта, реологических свойств нефти и т.д.

По историческим данным SCADA системы были проведены: 1) анализ тегов и производственных данных по технологическим режимам перекачки; 2) адаптация напорно-объемных характеристик, КПД насосных агрегатов в зависимости от ресурса их работы; 3) адаптация гидравлического сопротивления трубопроводов на участках магистральных нефтепроводов с учетом реологических свойств нефти и нефтесмесей, изменения шероховатости труб из-за отложения асфальтосмолистых и парафиновых отложений; 4) адаптация коэффициента теплопередачи между «горячей» нефтью и холодным грунтом в зависимости от изменения теплопроводности грунта на участках магистральных нефтепроводов; 5) адаптация печей подогрева в зависимости от их КПД, потери давления и т.д.

В реальном режиме по данным АСКУЭ и SCADA системы удается найти потребляемые мощности насосных агрегатов, затраты на работу насосов и печей подогрева, распределения давления и температуры нефти и нефтесмесей на участках магистрального нефтепровода, изменение температуры грунта по трассе и т.д.

ПО SmartTran содержит следующие функциональные возможности:

1. Тепло-гидравлические расчеты по определению стационарных режимов перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтесмесейдля безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов (с учетом попутной подкачки и откачки, лупингов, дефектов трубы, регулятора давления и ввода химических реагентов для снижения гидравлического сопротивления трубопровода и температуры потери текучести высокозастывающих нефтей);

2. Тепло-гидравлические расчетынестационарных режимов перекачки участков после краткосрочных остановок для безопасной эксплуатации магистральных нефтепроводов;

3. Тепло-гидравлические расчетыпоследовательной перекачки партий разных сортов высоковязких и высокозастывающих нефтесмесей по магистральным нефтепроводам;

4. Тепло-гидравлические расчетыэнергосберегающих режимов работы магистральных насосов со сменными роторами и частотно-регулируемыми приводами для стационарного режима.

5. Тепло-гидравлические расчетыдля определения оптимальной температуры подогрева нефтесмесей и энергосберегающих режимов печей подогрева для стационарного режима;

6. Подбор насосного оборудования НПС со сменными роторами и частотно-регулируемыми приводами для прогнозирования максимальной производительности нефтепровода при допустимых режимах работы насосного оборудования;

7. Адаптация фактических характеристик насосного оборудования НПС по данным SCADA системы;

8. Адаптация гидравлических характеристик и коэффициента теплопередачи между «горячей» нефтью и холодным грунтом в зависимости от изменения теплопроводности грунта на участках магистральных нефтепроводов;

9. Проектирование новых участков, добавление насосного оборудования НПС и реологических свойств нефтесмесей.

Интеграция ПО SmartTran с SCADA системы и АСКУЭ создает цифровую технологию для управления транспортировки нефти и нефтесмесей по нефтепроводным маршрутам АО «КазТрансОйл» (далее КТО).

В ПО SmartTran разработаны механизмы получения фактических данных по режимам работы нефтепроводов, их хранения и выгрузки в интерфейс пользователя для анализа. На рисунке 1 показана схема взаимодействия ПО SmartTranc фактическими данными КТО (данные с датчиков и счетчиков электроэнергии). Фактические данные КТО поступают в сервер баз данных SmartTran и хранятся в БД исторических данных.

Данные с датчиков КТО (измерения давления, температура, расхода, частоты тока сети) поступают на сервер SCADA со всех участков нефтепроводов КТО. Далее специальный OPC-клиент в интеграционном сервере SmartTran с периодичностью 30 минут получает данные датчиков с сервера SCADA КТО через систему WinCC по OPC-протоколу. Затем OPC-клиент экспортирует полученные данные в сервер БД SmartTran в базу исторических данных в формате MySQL. Использование промежуточного сервера (интеграционного сервера SmartTran) продиктовано политикой безопасности КТО.

Рисунок 1. Схема взаимодействия ПО SmartTran с информационными системами SCADA и АСКУЭ КТО

Данные по электрической энергии с различных устройств КТО поступают на отдельный сервер АСКУЭ и хранятся в базе данных формата MSSQL. Было разработано специальное клиентское приложение (STклиент) на сервере БД SmartTran, которое с периодичностью 30 минут получает с БД АСКУЭ новые по времени данные по активной прямой потребляемой мощности насосных агрегатов КТО и в нужном формате экспортирует их в БД исторических данных.

Приложения SmartTran на различных компьютерах взаимодействуют только с сервером БД SmartTran. Пользователи ПО SmartTran загружают данные по участкам нефтепроводов с единой общей БД трубопроводов, что обеспечивает актуальность данных для всех пользователей. При наличии прав на редактирование различных параметров трубопроводов (библиотека нефтей, библиотека насосов, параметры труб и т.д.) отдельные пользователи могут также вносить изменения в БД трубопроводов. В этой же БД хранятся различные проводимые пользователем расчетные режимы, для анализа которых используются данные с БД исторических данных. А также в ПО SmartTran исторические данные применяются для корректировки параметров насосов, труб и грунтов, что также приводит к изменению БД трубопроводов.

В качестве доказательства интеграции ПО SmartTran сSCADA системы и АСКУЭ ниже приводятся результаты определения технологических режимов транспортировки нефтесмесей по некоторым нефтепроводным маршрутам КТО.

На рисунке 2 представлены результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTranc показателями SCADAсистемы по маршруту НПС «Каражанбас»-ГНПС «Актау». В верху рисунка показано распределение гидравлического уклона, в середине – распределение давления, в внизу – распределения температуры.

На этом участке перекачивается высоковязкая нефть, распределения гидравлического уклона, давления и температуры показывают согласия расчетных данных ПО SmartTranc опытными данными SCADA системы.

На рисунке 3 представлены результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTran с показателями SCADA системы по маршруту ГНПС «Актау» - НПС «Жетыбай». В верху рисунка показано распределение гидравлического уклона, в середине – распределение давления, в внизу – распределения температуры. На этом участке перекачивается высоковязкая нефть, распределения гидравлического уклона, давления и температуры показывают согласия расчетных данных ПО SmartTranc опытными данными SCADA системы.

Рисунок 4 иллюстрирует результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTranc показателями SCADAсистемы по маршруту НПС «Жетыбай» - ГНПС «Узень». В верху рисунка показано распределение гидравлического уклона, в середине – распределение давления, в внизу – распределения температуры.

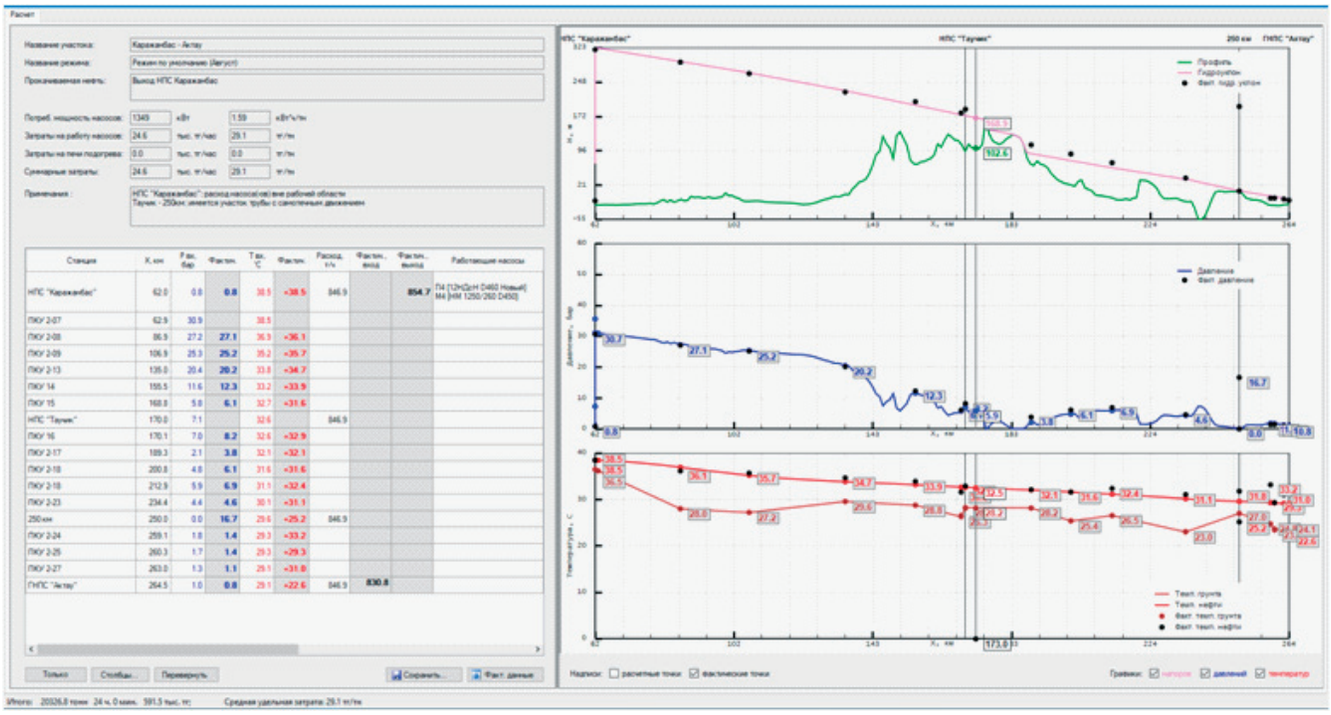


Рисунок 2. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных
по маршрутуНПС «Каражанбас» - ГНПС «Актау»

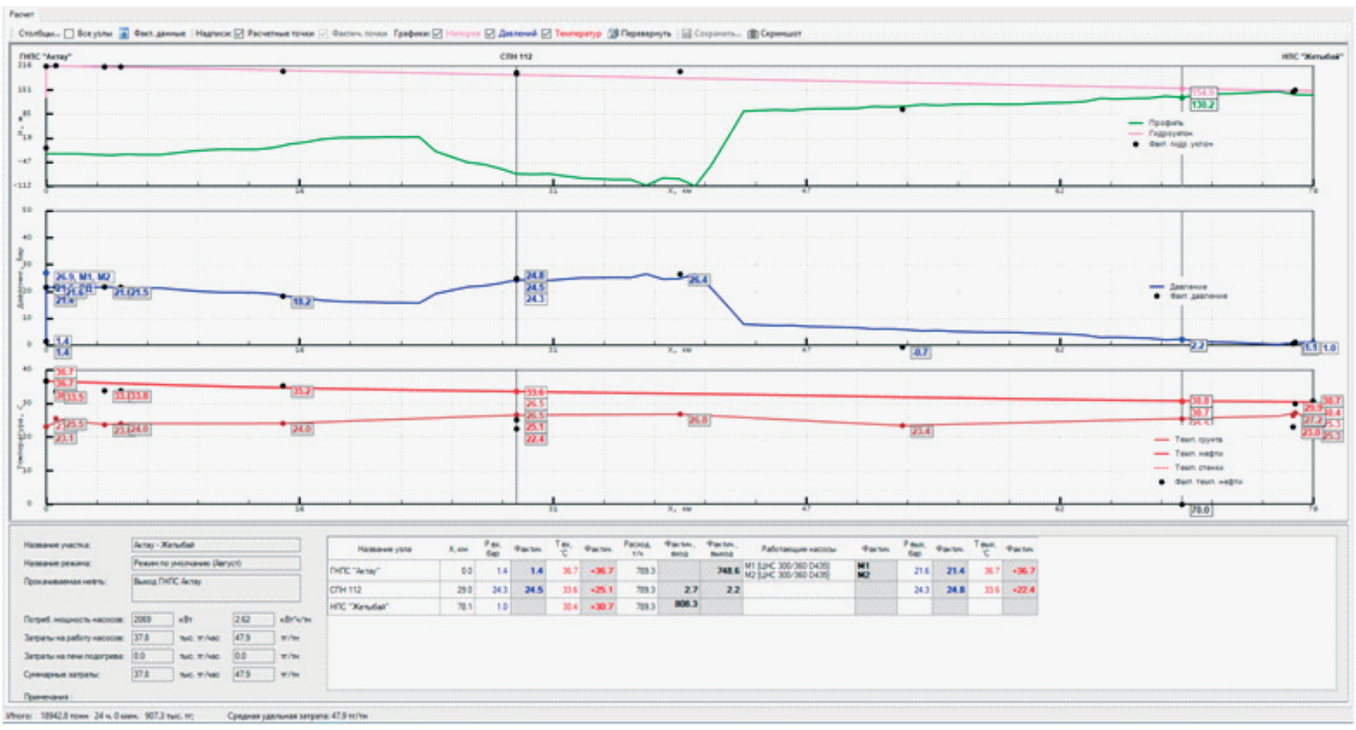


Рисунок 3. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных
по маршруту ГНПС «Актау» - НПС «Жетыбай»

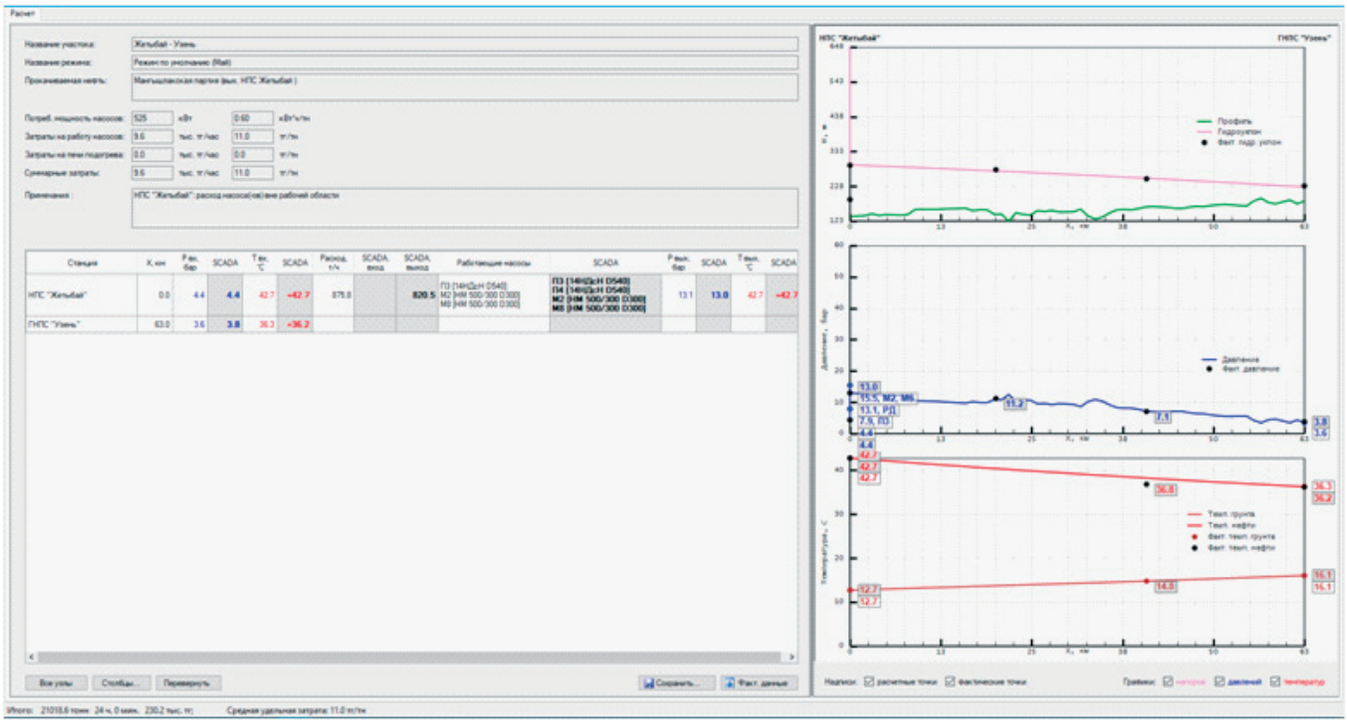


Рисунок 4. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных по маршруту НПС «Жетыбай» - ГНПС «Узень»

Рисунок 5 иллюстрирует результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTranc показателями SCADA системы по маршрутуНПС им.Т.Касымова- - ЛПДС «БольшойЧаган».

На этом участке проводится «горячая перекачка» с попутным подогревом высокозастывающей нефти на СПН Сахарный. Здесь же вводится противотурбулентная присадка для снижения гидравлического сопротивления турбулентного потока, так как диаметр трубы с 1000 мм переходит на 700 мм и средняя скорость увеличивается почти в два раза. Поэтому при высоких расходах нефти, например 1938.7 т/ч на рисунке 5, для уменьшения давления и безопасности перекачки вводится противотурбулентная присадка.

Как видно из рисунка 5, распределения гидравлического уклона, давления и температуры показывают согласия расчетных данных ПО SmartTranc опытными даннымиSCADA системы.

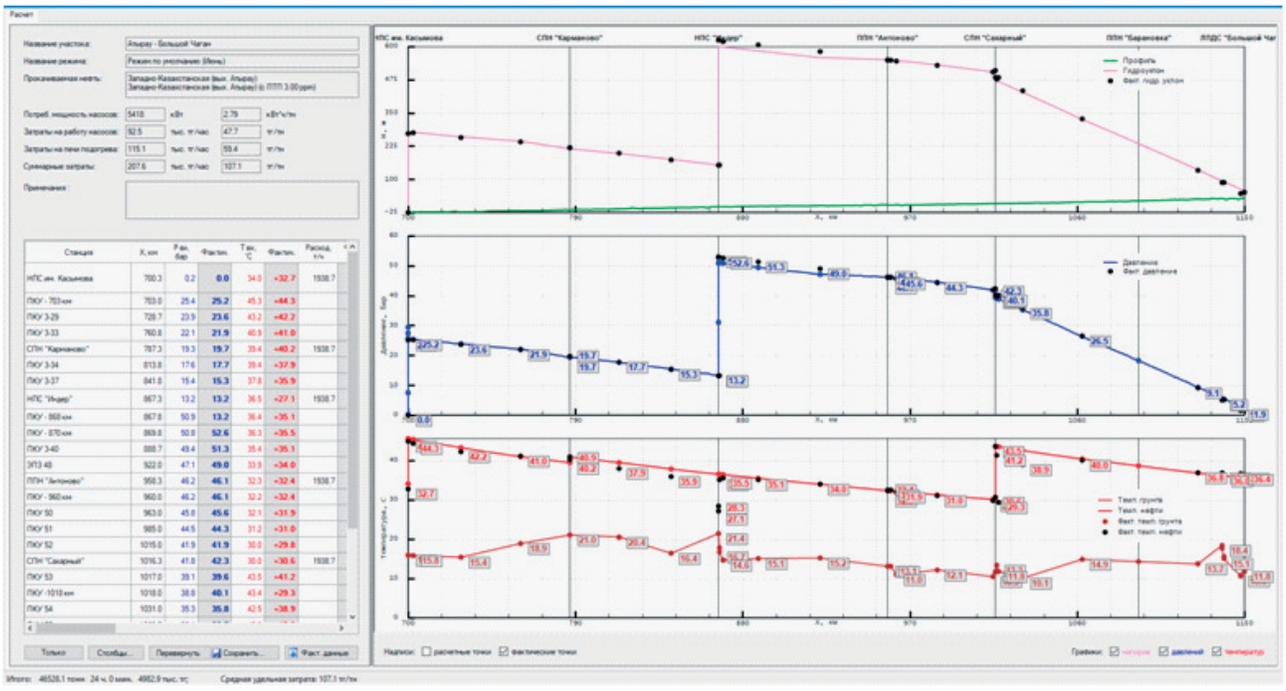


Рисунок 5. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных по маршруту НПС им. Т.Касымова – ЛПДС «Большой Чаган»

Следующие рисунки 6 - 9 показывают технологические режимы транспортировки нефти по нефтепроводном маршрутам ГНПС им. Б. Джумагалиева – ГНПС «Атасу» (рис. 6), ГНПС им. Б. Джумагалиева – ГНПС «Чулак Курган» (рис. 7), ГНПС «Павлодар» - ГНПС «Атасу» (рис. 8) и ГНПС «Атасу» - НПС «Алашанькоу» (рис. 9).

Результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTranc опытными показателями SCADAсистемы во всех случаях (рисунки 6 - 9) показывают их согласия.

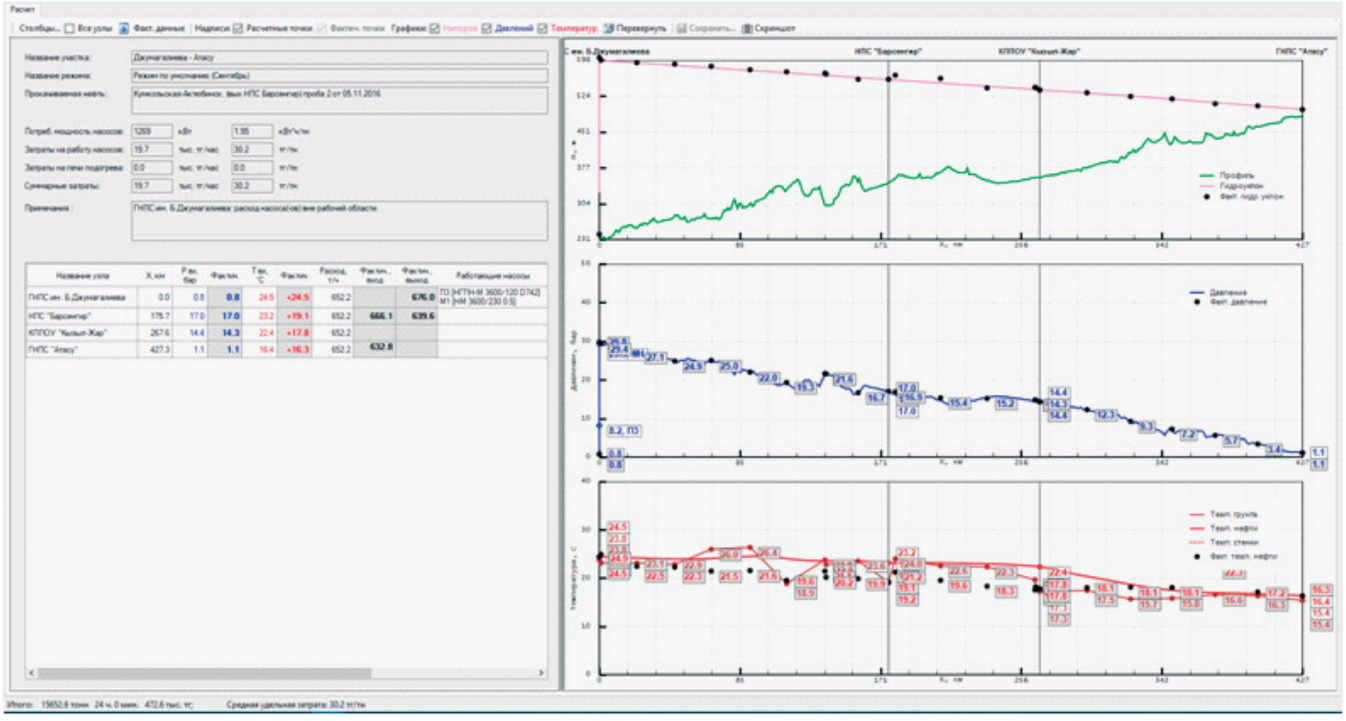


Рисунок 6. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных по маршруту ГНПС им. Б.Джумагалиева – ГНПС «Атасу»

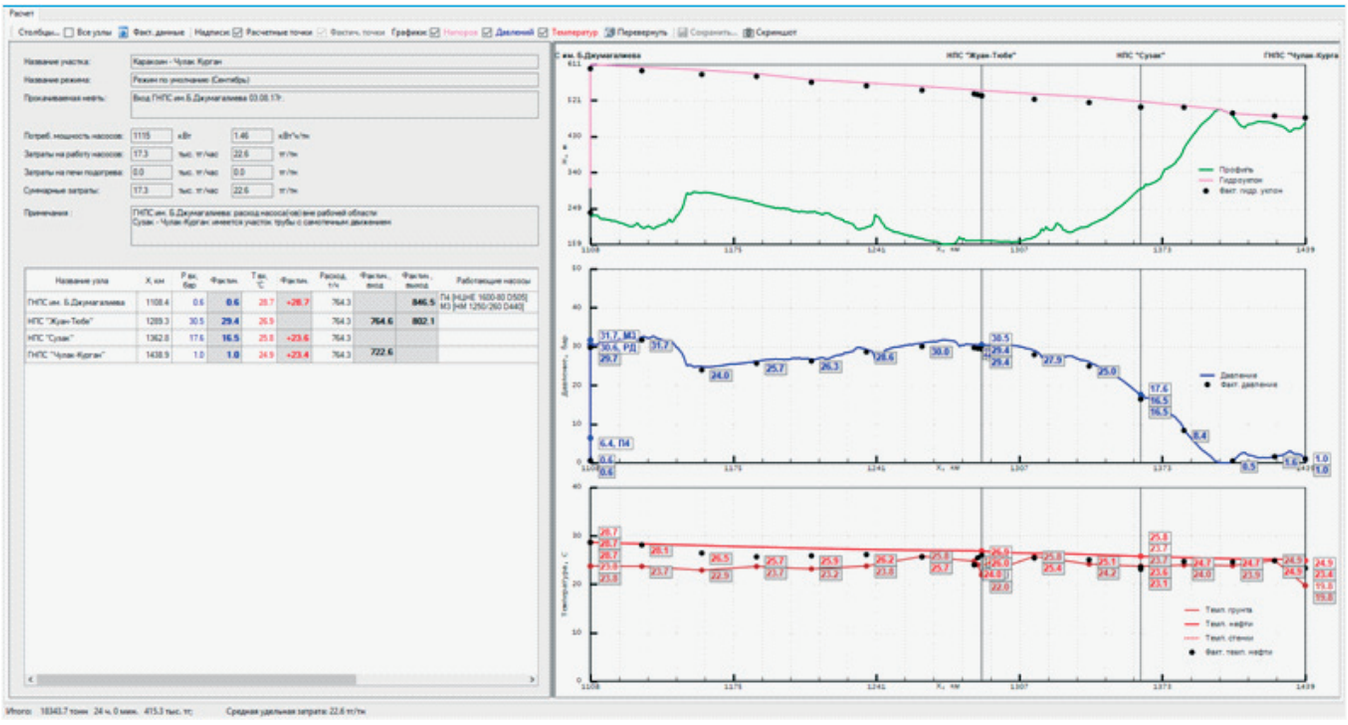


Рисунок 7. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных по маршруту ГНПС им. Б.Джумагалиева – ГНПС «Чулак Курган»

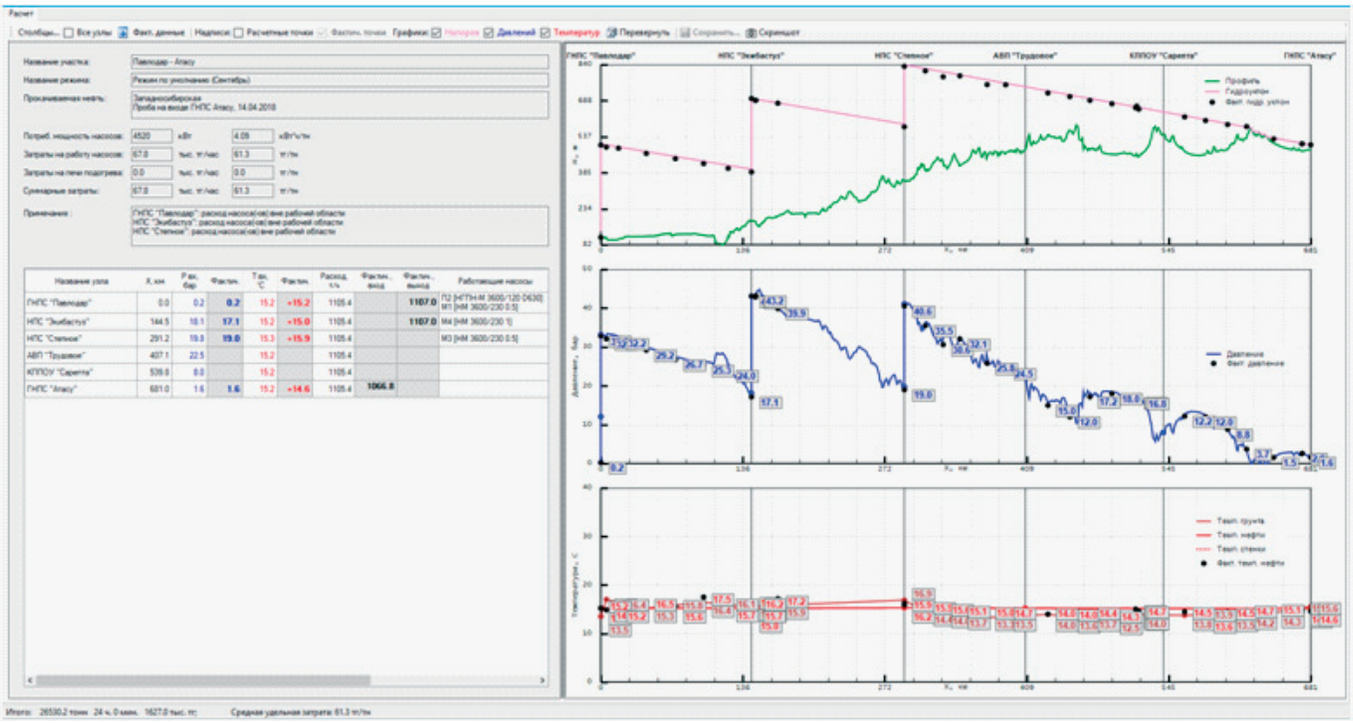


Рисунок 8. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных
по маршруту ГНПС «Павлодар» – ГНПС «Атасу»

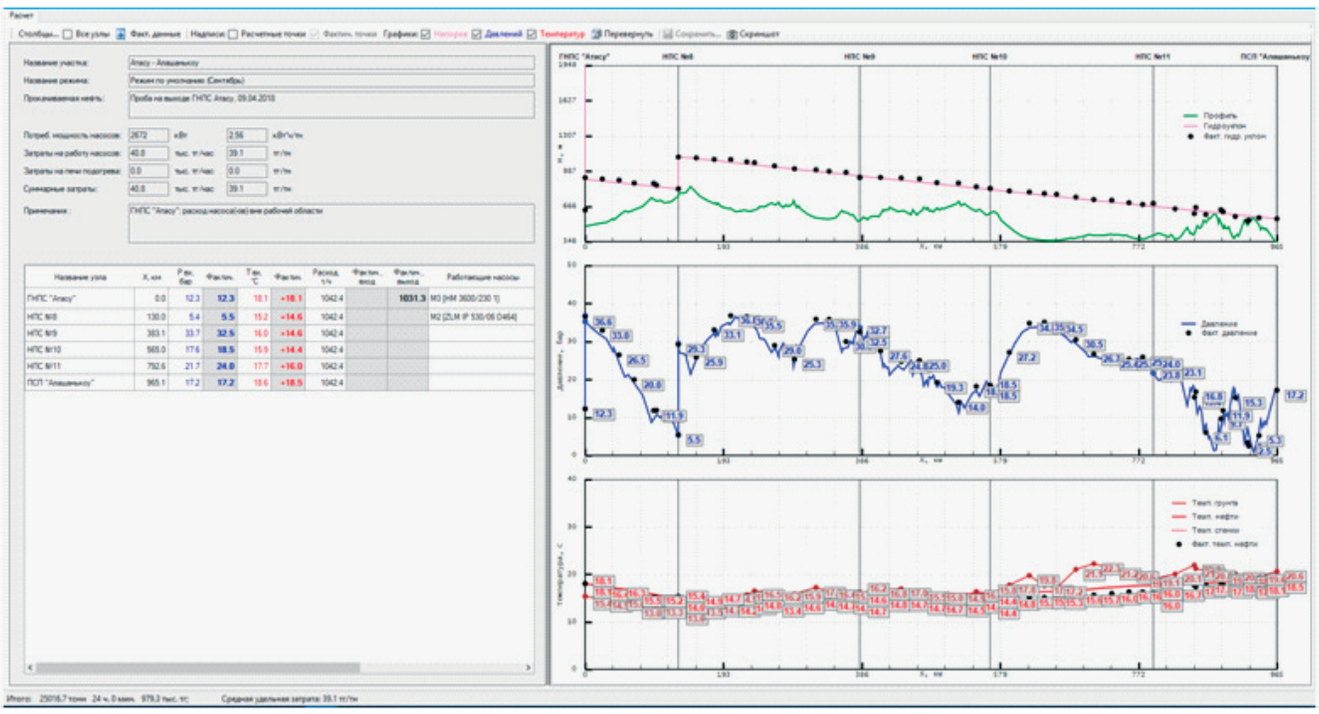


Рисунок 9. Сравнение расчетных (кривые) и опытных (точки) данных
по маршруту ГНПС «Павлодар» – НПС «Алашанькоу»

Таким образом, результаты сравнения расчетных данных ПО SmartTran с опытными показателями SCADA системы подтверждают функциональные возможности данной разработки для моделирования, управления и оптимизации транспортировки нефти по нефтепроводным маршрутам КТО.

Заключение.

1. В результате интеграции информационной системы SCADA, АСКУЭ КТО и ПО SmartTran создана цифровая технология для контроля и управления технологическими режимами транспортировки нефтесмесей по нефтепроводным маршрутам КТО.

2. Результаты расчетов ПО SmartTran находятся в согласии с производственными данными SCADA системы. Цифровая технология на основе ПО SmartTran и информационной системы SCADA, АСКУЭ является действенным инструментом для эффективной эксплуатации магистральных нефтепроводов КТО.

Список литературы

1.Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации газонефтепроводов / П.И. Тугунов [и др.]. – М.: ДизайнПолиграфСервис, 2002. – 658 с.

2. Расчет оптимальной температуры перекачки для транспортировки нефти /У.К. Жапбасбаев [и др.]// Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – №4 (20). – С. 61-66.

3. Оптимизация энергосберегающих режимов «горячей» перекачки /Е.С. Махмотов [и др.]// Трубопроводный транспорт Казахстана. – 2017. -№2(2). – С.41-46.

Сведения об авторах

У.К. Жапбасбаев, д.т.н., профессор, заведующий научно-производственной лаборатории «Моделирование в энергетике» НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»;

Б.К.Кенжалиев, проректор по науке НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева», д.т.н., профессор;

Г.И.Рамазанова, к.ф-м.н, заместитель заведующего научно-производственной лаборатории «Моделирование в энергетике» НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»;

Т.Т. Бекибаев, магистр, заведующий отделом научно-производственной лаборатории «Моделирование в энергетике»НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева».

Е. С. Махмотов, д.х.н., главный менеджер департамента технической политики АО «КазТрансОйл»;

Б.К.Саяхов, к.т.н., директор департамента технической политики АО «КазТрансОйл»;

СУЛТАНОВА Н.А., УМБЕТОВА А.К., ЖУМАГАЛИЕВА Ш.Н., АБИЛОВ Ж.А.

**(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
Центр физико-химических методов анализа, г. Алматы, Казахстан)**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЛОФИТОВ МЕСТНОЙ ФЛОРЫ - ИСТОЧНИКОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СРЕДСТВ

Приведены обобщенные данные об изученности химического состава, биологической активности некоторых галофитов рода *Tamarix, Camphorosma, Kalidium* и предложены перспективы их использования в медицине и сельском хозяйстве.

Ключевые слова: галофиты, биологически активные средства, биологическая активность, *Tamarix, Camphorosma, Kalidium.*

Флора Казахстана обладает огромным потенциалом и является конкурентноспособной продукцией, пользующуюся возрастающим спросом как на отечественном, так и на мировом рынке. Лекарственные растения служат ценным сырьем для получения различных средств, преимуществом которых является их комплексность, эффективность, отсутствие побочных эффектов и низкая кумулятивность.

Государственная программа Республики Казахстан предусматривает внедрение высокоэффективных, безопасных и доступных средств через наиболее полное использование отечественных сырьевых ресурсов. Для этого необходимо осуществлять отбор наиболее перспективных видов растений с учетом их биологической активности, ресурсной обеспеченности, степени сложности технологических процессов получения средств на их основе, а также экономической и экономической целесообразности их внедрения.

Как источники новых биологически активных комплексов и веществ представляют интерес растения, произрастающие на засоленных почвах. Опыт освоения солеустойчивых растений показывает, что они обладают не только широким диапазоном эколого-биологических характеристик хозяйственного использования, но и могут служить перспективными источниками ценных экологически безопасных средств.

На территории Республики Казахстан солеустойчивые растения имеют огромные промышленные запасы, что способствует углубленному исследованию их химического состава и биологической активности с целью создания на их основе новых высокоэффективных средств, необходимых для нужд отечественной фармацевтической и сельскохозяйственной отраслей, становление и развитие которых являются одними из основных приоритетов социально-экономической политики правительства Казахстана.

Растительные ресурсы солончаковых почв представлены в основном кормовыми для верблюдов и овец (виды *Holastachys, Kalidium, Anabasis*); топливными местного назначения (*Tamarix*). Лишь немногие дико-

растущие растения имеют значение в качестве пищевых и лекарственных источников. Среди галофитов известны красильные, витаминоносные, алкалоидоносные и сапонинoносные растения. Так, дикорастущие лекарственные растения *Ammodendron argenteum, Gepsophila punicilata* являются источниками алкалоидов, таких как сальсолин, пахикарпин; *Nitraria schoberi* - ценный кустарник, плоды которого богаты аскорбиновой кислотой [1-3].

Таким образом, солеустойчивые растения могут быть не только эффективными средствами биотической мелиорации деградированных агроландшафтов, но и источниками производства высокобелковых, энергонасыщенных кормов и лекарственных средств.

В Казахском национальном университете им. аль-Фараби проводятся исследования фундаментально-прикладного характера по изучению химического состава некоторых отечественных галофитов рода *Halostachys*, *Halocnemum, Suaeda, Alhadi, Climacoptera, Limonium* и другие [4-7].

Нами проводится целенаправленная работа по исследованию химического состава, разработке эффективных технологий создания биологически активных комплексов из отечественных галофитов рода *Tamarix* (гребенщик), *Camphorosma* (камфоросма), *Kalidium* (поташник) семейств *Tamaricaceae* и *Chenopodiaceae* соответственно, с целью их дальнейшего практического применения.

Во флоре Казахстана описаны 13 видов растений рода *Tamarix*, 4 вида рода *Camphorosma,* а род *Kalidium* насчитывает 3 вида [8-10]. Растения являются дикорастущими, в основном используются в хозяйственной деятельности в качестве топлива, пескоукрепителя, красителей др.

Существуют сведения, что в народной медицине растения *Camphorosma* используются в качестве возбуждающего, мочегонного, потогонного средств, для лечения болезней легких; *Tamarix* – при ревматизме, сифилисе, желтухе, бесплодии, как вяжущее при кровотечениях, а *Kalidium* – только как инсектицидное средство [11-12].

Нами впервые разработаны основы комплексного исследования наиболее перспективных и широко распространенных видов на территории Республики Казахстан: *Tamarix ramosissima, Tamarix hispida, Tamarix laxa, Tamarix elongata, Camphorosma monspeliacum, Camphorosma lesingii, Kalidium caspicum*, *Kalidium foliatum, Kalidium Schrenkianum.* Изучаемые растения собраны на засоленных участках и солончаках Алматинского региона, которые доминируют и образуют заросли.

В результате исследований выявлено наличие богатого биологического активного комплекса. Во всех растениях содержатся углеводы, аминокислоты, полифенольные соединения и терпеноиды (таблица 1). Причем, в видах гребенщик присутствуют также в наибольшем количестве танины; в камфоросме – хромоны; в поташнике – алкалоиды [13].

Разработаны оптимальные условия выделения биологически активных соединений и технологические блок-схемы их разделения с применением различных видов экстракции и хроматографии.

Выделены в индивидуальном состоянии более 80 соединений, структуры которых охарактеризированы

Таблица 1 – Содержание биологически активных веществ в галофитах рода Tamarix, Camphorosma и Kalidium

Растение	Содержание БАВ							
	Терпеноиды	Флавоноиды	Танины	Фенолокислоты	Углеводы	Аминокислоты	Алкалоиды	Хромоны
Tamarix ramosissima	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	-
Tamarix hispida	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	-
Tamarix laxa	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	-
Tamarix elongata	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	-
Camphorosma monspeliacum	+++	+++	-	+++	+++	+++	+	+++
Camphorosma lesingii	+++	+++	-	+++	+++	+++	+	+++
Kalidium caspicum	+++	++	-	+++	+++	+++	+++	-
Kalidium foliatum	+++	++	-	+++	+++	+++	+++	-
Kalidium Schrenkianum	+++	++	-	+++	+++	+++	+++	-

Примечание: «-» - соединения не обнаружены; «+++» - соединения содержатся в наибольшем количестве; «++» - соединения содержатся в среднем количестве; «+» - соединения содержатся в наименьшем количестве.

Таблица 2 – Сравнительные данные активности галофитов рода *Tamarix, Camphorosma* и *Kalidium*

Растение	Активность	
	Литературные сведения	Экспериментальные данные
Tamarix hispida	-желудочно-кишечные заболевания, - язвенный стоматит, - ревматизм	-антибактериальная, - противогрибковая, - антиоксидантная, - антидиабетическая, -цитотоксическая
Tamarix ramosissima	-ревматизм, -сифилис, -желтуха, -бесплодие, - вяжущее	-антибактериальная, - противогрибковая, - антиоксидантная, - антидиабетическая, -цитотоксическая
Tamarix laxa	-ревматизм, -сифилис, -желтуха, -бесплодие, - вяжущее	- антибактериальная, - противогрибковая, -антиоксидантная, -антидиабетическая, - инсектицидная
Tamarix elongata	Сведения не найдены	- антибактериальная, - противогрибковая, -антиоксидантная, -антидиабетическая, - инсектицидная
Camphorosma monspeliacum	-возбуждающее, -мочегонное, -потогонное, -болезни легких	-иммуномодулирующая, - цитотоксическая, - фитотоксическая
Camphorosma lesingii	-возбуждающее, -мочегонное, -потогонное, -ревматизм -грибковые заболевания	-иммуномодулирующая, - цитотоксическая, - фитотоксическая
Kalidium caspicum	-инсектицидное	- антибактериальная, - инсектицидная
Kalidium foliatum	-инсектицидное	- антибактериальная, - инсектицидная
Kalidium Schrenkianum	-инсектицидное	- антибактериальная, - инсектицидная

комплексом химических и спектральных методов анализа.

Установлено, что хемотаксономическими маркерами для исследуемых солеустойчивых видов растений, являются терпеноиды, флавоноиды и фенолокислоты.

Исследована биологическая активность выделенных комплексов, в результате выявлена антибактериальная, противогрибковая, антиоксидантная, антидиабетическая, росторегулирующая, иммуномодулирующая, цитотоксическая, фитотоксическая активность (таблица 2) [14-16].

Разработаны технологии получения субстанций из растений рода *Tamarix.* Подобраны оптимальные способы их выделения с учетом различных параметров интенсифицирующих процесс экстракции. Полученные растительные субстанции стандартизированы с использованием общепринятых методик [17].

На основе полученных растительных субстанций разрабатываются различные лекарственные формы, такие как гели, пленки на основе природных и синтетических полимеров [18].

Разработанные комплексы биологически активных веществ из отечественных видов *Tamarix*, *Camphorosma, Kalidium,* могут быть использованы для получения на их основе антибактериальных, противогрибковых, антиоксидантных, антидиабетических, иммуномодулирующих, цитотоксических, фитотоксических, инсектицидных, росторегулирующих средств для медицины и сельского хозяйства.

Источники:

1 Родин А.Е. Улучшение и рациональное использование растительности аридной зоны. – Л.: Наука, 1978. – 213 с.

2 Jdey A., Falleh H., Ben J., et al. // Phytochemical investigation and antioxidant, antibacterial and anti-tyrosinase performances of six medicinal halophytes // South African Journal of Botany. – 2017, Vol. 112. – P. 508–514.

3 Гейдман Т.С. Растение луговые, прибрежные, водные и солончаковые. **–** Кишенев: ШТИИЦА, 1988. **–** С. 249**–**251.

4 Жусупова Г.Е. Химический состав растений рода ***Limonium*** Mill и создание препаратов на их основе: автореф...докт. хим. наук. – Алматы, 2007. – 52 с.

5 Мифтахова А.Ф. Фитохимическое изучение растений некоторых видов семейств маревых: автореф…. дис. канд. хим. наук. – Алматы, 2003. – 25 с.

6 Ескалиева Б.К., Чаудри И. Султанова Н.А., Бурашева Г.Ш., Абилов Ж.А. Биологически активные вещества растений рода Климакоптера // Фармацевтический бюллетень. – 2006, №1–2. – С.57–59.

7 Туртаева Г.О., Ескалиева Б.К., Каржаубекова Ж.Ж. и др. Полифенолы некоторых видов растений семейства маревых // Международная научная конференция «Хи-

мия, технология и медицинские аспекты природных соединений». – Алматы, 2003. – С. 149.

8 Флора Казахстана. – Алма-Ата: АН КазССР, 1963. – Т. 6. – С.176-188.

9 Флора Казахстана. – Алма-Ата: АН Каз ССР, 1965. – Т. 6. – С.168.

10 Baitenov M.S. Flora of Kazakhstan. – Almaty: Bilim, 1999. – Vol. 1. – P. 70-73.

11 Растительные ресурсы СССР – Л.: Наука, 1986. – С. 100-105.

12 Коровин В.Ю. Растительность средней Азии и Казахстана. – Ташкент: ФАН, 1961. – 85 с.

13 Султанова Н.А. Особенности вторичных метаболитов некоторых эугалофитов семейств *Tamaricaceae* и *Chenopodiaceae* флоры Казахстана // Известия НТО "Қазақ". – 2009, № 1. (23). – С. 48 –53.

14 Sultanova N.A., Makhmoor T., Omurkamzinova V.B., Abilov Zh.A., Atta-ur-Rahman, M.Iqbal Choudhary. Antioxidant and antimicrobial activities of *Tamarix ramosissima* // J. Ethnopharmocology. – 2001, Vol.78. – P. 201–205.

15 Умбетова А.К., Чаудри И.М., Бурашева Г.Ш., Султанова Н.А., Абилов Ж.А. Биологически активные вещества *Camphorosma monspeliacum* // Хим. природ. соед. – 2005, № 6. – С.598–599.

16 Siddiqui B.S., Karzhaubekova Zh.Zh., Burasheva G.Sh., Sultanova N.A. Chemical Constituents of the Aerial Parts of *Kalidium foliatum* // Chem. Pharm. Bull. – 2007, № 9 (55). – P. 356 – 360.

17 Султанова Н.А., Ж.А. Абилов, Ш.Н. Жумагалиева, М.К. Бейсебеков. Разработка оптимальной технологии и анализа фитопрепарата из надземной массы гребенщика щетинистоволосого // Материалы 7-ой Всероссийской конференции с международным участием «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья», Барнаул, 2017. - С. 304-306.

18 Ғылымхан Н., Урынгалиев Д., Жумагалиева Ш., Султанова Н.А., Абилов Ж. Прологированные лекарственные системы на основе бентонитовой глины // Вестник ЕНУ, –2016, № 4 (113). – С. 279-284.

КАБЫЛБЕКОВ К.А., ДАСИБЕКОВ А.Д.,

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ В ВУЗ

Южно Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова

Резюме. Физиканы оқытуда компьютерлік технологияларды қолдану материалдары ұсынылған. Бірқатар физика есептерін шешуде Matlab жүйесін қолдану келтірілген. Нәтижесінде физиканың практикалық сабақтары үшін сәйкес виртуалды зертханалық жұмыстар жасалған: ұсынылған материалдар физиканың практикалық сабақтарында қолданылады. Көптеген жұмыстардың арасынан келесі есептер таңдалып алынды (процестердің физикалық, математикалық моделдері құрастырылып, Matlab бағдаламасының кодтары жазылып, олар ode процедурасы көмегімен іске асырылған, қарастырған процестердің нәтижелері графиктер түрінде бейнеленгені ғана келтірілген): Катапульттен кейін секірген адамның парашюті біраз уақыттан кейін ашылған жағдайдағы қозғалысы. Нәтижелер «Дененің кедергісі бар ортада қозғалысы» тақырыбын түсіндіргенде және бекіткенде қолданылады.

Фуко маятнигінің қозғалвсын есептеу мен бейнелеу. «Инерциалды емес санақ жүйесі. Инерция күштері. Кориолис күші. Денелердің инерциалды емес саңақ жүйесінде қозғалысы» тақырыптарын түсіндіргенде және бекіткенде қолданылады.

Кванттық-механикалық тунелдену процесін есептеу мен бейнелеу. «Кванттық туннелдік эффект» тақырыбын түсіндіргенде және ьекіткенде қолданылады.

Кілттік сөздер. Парашют, Фуко маятнигі, кванттық-механикалық туннелдену, Нәтижелер

В настоящее время в Казахстане идет становление новой системы образования в связи с развитием компьютерных технологий, и этот процесс затрагивает теорию и практику учебно-воспитательного процесса школы и ВУЗа. Соответственно необходимо вносить коррективы в содержание и методы обучения, которые должны быть адекватны современным техническим возможностям, и способствовать гармоничному развитию личности. Компьютерные технологии призваны стать неотъемлемой частью целостного образовательного процесса, значительно повышающей его эффективность.

Применение компьютерных технологий позволяет:

индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения; осуществлять контроль с диагностикой ошибок и с обратной связью; осуществлять самоконтроль и самокоррекцию учебной деятельности; высвободить учебное время засчет выполнения компьютером трудоемких рутинных вычислительных работ;

визуализировать учебную информацию; моделировать и имитировать изучаемые процессы или явления; проводить лабораторные работы в условиях имитации на компьютере реального опыта или эксперимента; развивать наглядно-образное, теоретическое мышления; усилить мотивацию обучения (например, за счет изобразительных средств программы или вкрапления игровых ситуаций); формировать культуру познавательной деятельности и др.

В ЮКГУ им. М.Ауэзова компьютерная техника в процессе обучения физике используется в следующих видах работ: статистическая обработка результатов лабораторного эксперимента и построение эскизов графиков изучаемых зависимостей; демонстрация и изучение процессов, которые по различным причинам невозможно наблюдать реально; применение систем компьютерной математики (работа со специально подготовленными в документами в процессе изучения теоретической физики).

Применение Matlab на занятиях по физике: позволяет моделировать и исследовать различные физические процессы; экономит время при проведении практических занятий;

способствует более глубокому пониманию явлений; повышает интерес к изучению физики; развивает самостоятельность студентов.

В последние годы в университетских и инженерно-технических кругах мира получает широкое распространение новая компьютерная система проведения математических расчетов и инженерных вычислений – Matlab [1-7]. К сожалению, численные расчеты, выполняемые студентами, зачастую производятся с помощью калькулятора, то есть практически вручную. Современная вычислительная техника если и используется, то часто лишь для окончательного оформления работы. В то же время, студент должен не только уметь решать те или иные задачи физики, но и делать это по возможности современными методами, то есть, применяя персональный компьютер.

Студенты, обучающиеся по специальности 5В060400 и 5В011000-физика в ЮКГУ им. М.Ауэзова успешно осваивают дисциплину «Компьютерное моделирование физических явлений» которая является логическим продолжением дисциплин «Информационные технологии в преподавании физики», «Использование электронных учебников в преподавании физики», «Моделирование физических явлений и процессов». По этой дисциплине предусмотрено изучение и усвоение программного языка системы Matlab, ознакомление ее огромными возможностями при моделировании и визуализации физических процессов.

В ранних наших работах [8-26] были показаны возможности системы при моделировании и визуализации физических процессов по разделам механики, молекулярной физики, электромагнетизма и квантовой физики. Нами накоплены общирный материал применения системы Matlab для расчета и визуализации физических процессов, которые публиковались в престижных зарубежных журналах и Известия НАН РК, серия геология и технические науки, индексируемые в базах Scopus [19-26] , издана монография [27] на английском языке, получены около 20 свидетельств госрегистрации интеллектуальной собственности (программы для ЭВМ).

В настоящем сообщении приводятся примеры использования системы Matlab для решения ряда физических задач, что позволило создать соответствующие виртуальные лабораторные работы: представленные материалы использовались на практических занятиях по физике. Из весьма обширного перечня были выбраны следующие задачи (созданы физические и математические модели процессов, составлены коды программ на языке Matlab, которые реализованы с помощью процедуры ode и представлены только результаты визуализаций).

1. Затяжной прыжок при котором парашют раскрывается через 20 с. после катапультирования (Рис.1). Парашютимт и парашют связаны жесткими стропами. Воздушные потоки в разнличных направления отсутствуют. m=120 кг –масса парашютиста со снаряжением; g=9.81 м/с^2; mu=0.0182 $Н*с*м^{-2}$ -динамическая вязкость среды; h=6000 м- начальная высота катапультирования; v=0-начальная скорость: S=82,5$м^2$ - площадь раскрытого парашюта. Безопасная скорость приземления – 5 м/с.

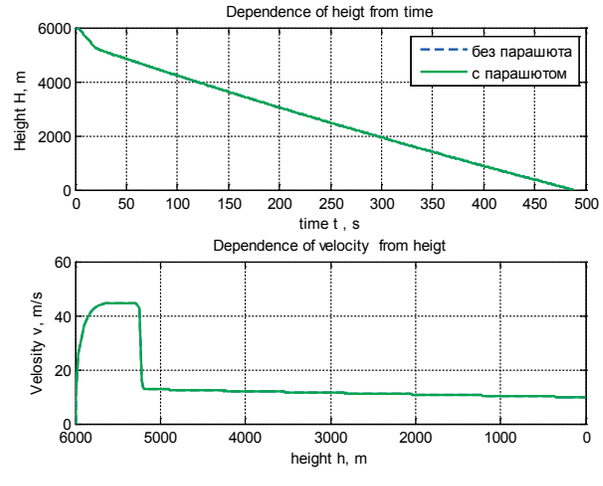


Рис.1. Графики зависимости высоты от времени движения (верхний) и скорости от высоты (нижний) при затяжном прыжке.

Из графика видно, на высоте 5400 м, где раскрываетя парашют, скорость парашютиста резко снижается и постепенно, медленно и монотонно снижается до безопасного приземления. Результаты используется при актуализации и закреплении темы «Движение тел с учетом сил трения и сил сопротивления среды».

Расчету и визуализации движения маятника Фуко (Рис.2).

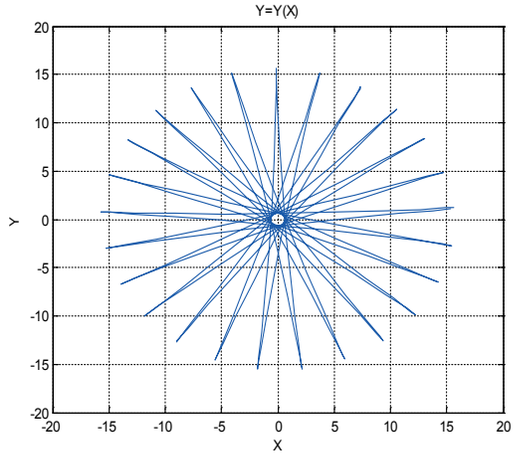


Рис.2. Траектория движения конца матника на плоскости ХУ при длине L=100 м и частоты колебения w=0.04 c^{-1}.

Данные рис.2 свидетельствуют о том, что траектория конца маятника не проходит через центр диска. Это происходит от того, что, например, при отклонении маятника в правую сторону и в левую соторону на него действует сила Кориолиса отклоняющая в противоположные стороны, так как сила Кориолиса- ($2m[\vec{v}\,\vec{w}]$) всегда перпендиклярна плоскости где лежат $\vec{v}$ и $\vec{w}$, причем при изменении направления линейной скорости меняется на противопожное направление и сила Кориолиса. Такое движение конца маятника Фуко демонстрирует вращение Земли вокруг своей оси. Результаты используются при актуализации и закреплении тем «Неинерциальной системе отсчета, Силы инерции. Сила Кориолиса, Движение тел в неинерциальной системе отсчета».

Расчет и визуализация процесса квантовомеханического туннелирования (Рис.3).

Результат туннелирования представлен на рис. 3 (программа составленная в системе Matlab представляет картину туннелирования в анимации).

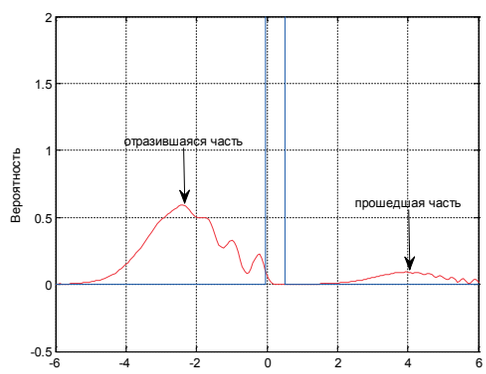


Рис. 3.Туннелирование сквозь потенциальный барьер при ширине барьера d=1

На рисунке показан квадрат абсолютного значения вектора состояния, то есть вероятность обнаружить частицу в данный момент времени. Из общего количества частиц какая-то их часть туннелирует сквозь барьер, а какая-то отражается. Вероятность прохождения увеличивается с уменьшением толщины барьера. Детальный анализ показывает, что волновая функция экспоненциально затухает внутри потенциального барьера, поэтому для наблюдения данного эффекта ширина барьера должна быть достаточно мала. Результаты используется при актуализации и закреплении темы «Квантово-механический туннельный эффект».

Литература

[1]. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2003.-592 стр.

[2]. Коткин Г.А., Черкасский В.С. омапьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB: Учебное пособие./Новосибирск ун-т.

[3]. Лурье М. С., Лурье О. М. Применение программы MATLAB в изучении курса электротехники. Для студентов всех специальностей и форм обучения. Красноярск: СибГТУ, 2006.- 208 с.

[4]. Потемкин В. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x (в 2 томах). Москва: Диалог-МИФИ, 1999.-366 с.

[5]. Аверьянов Г.П., Будкин В.А., Дмитриева В.В. Автоматизация проектирования. Часть 1. Решение задач электрофизики в системе Matlab. Компьютерный практикум: Учебное пособие / - М.:НИЯУ «МИФИ», 2010. - 112 с.

[6]. Дьяконов В. MATLAB. Полный самоучитель. - М: DMK Пресс, 2012. - 768 с.

[7]. Рындин Э. А., Лысенко И. Е. Решение задач математической физики в

Matlab. - Таганрог: ТРТУ. 2005. - 62 с.

[8]. Kabylbekov K.A., Abdrakhmanova Kh.K., Abekova J., Abdraimov R.T., Ualikhanova B.S. Calculation and visualization of a system-an electron in a deep square potential well, with use of the software package of MATLAB. Proceeding of the III International Scientific and Practical Conference «Topical researches of the World Science» (Iune 28, 2017,Dubai, UAE). №7(23). Vol.I, July 2017, pp 7-13.

[9]. Kabylbekov K., Saidullaeva N., Spabekova R., Omashova G, Tagaev N., Bitemirova A., Berdieva M. Model of a blank form for computer laboratory work on research of the speed selector. Journal of Theoretical and Applied Information Technology15th July 2017. Vol.95. No 13 P 2999-3009, c 2005 – ongoing JATIT & LLS. Indexada en Scopus.

[10]. Kabylbekov K.A., Omashova G.,Spabekova R., Saidullaeva N., Saidakhmetuv P., Junusbekova S. Management and organization of computer laboratory work in physics education. Espacios. Vol. 38 (Nº 45) Año 2017. Pág. 35. Indexada en Scopus.

[11]. Kabylbekov K., Omashova G, Spabekova R, Saidullaeva N, Saidakhmetuv P. Junusbtkova S Management and organization of computer laboratory work in physics education. Espacios. Vol. 38 (Nº 45) Año 2017. Pág. 35. Indexada en Scopus, Google Schollar.

[12]. Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Арысбаева А.С., Джумагалиева А.М. Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы при исследовании

физических явлений. Современные наукоемкие технологии, №4, Москва, 2015, С 40-43.

[13]. Кабылбеков К.А. Мадияров Н.К., Саидахметов П.А, Самостоятельное конструирование исследовательских заданий компьютерных лабораторных работ по термодинамике. Труды IX Международной научн-методической конференции. Преподавание естественных наук (биологии, физики, химии) математики и информатики. Томск-2016, С 93-99.

[14]. Kabylbekov K.A, Omashova G. Sh, Spabekova R.S, Saidakhmetov P.A, Serikbaeva G.S, Aktureeva G. Organization of computer laboratory works on study the turn-on and turn-off current of the power supply by using MATLAB software package. Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Physics and Mathematics, Almaty, No. 3, 2017, pp139-146. **https://doi.org/10.32014/2018.2518-1726.**

[15]. Kabylbekov K.A, Omashova G. Sh, Spabekova R.S, Saidakhmetov P.A, Serikbaeva G.S , Aktureeva G. Organization of computer labs for the study of velocity and height distribution of molecules from the Earth's surface by using MATLAB software package. Herald of RK NAS, Almaty, No. 3, 2017, pp 111-119. (doi.org/10.32014/2018.2518-1467)

[16]. Kabylbekov K.A, Ashirbayev H.A, Abdrakhmanova Kh.K, Dzhumagalieva A.I., Kydyrbekova J.B. Organization of laboratory work on study of electric and magnetic fields by using MATLAB software package. Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Physics and Mathematics, Almaty, No. 3, (313), 2017, pp 206-212. **(doi.org/10.32014/2018.2518-1726)**

[17]. Kabylbekov K. A., Spabekova R. S., Omashova G.Sh., Abzhapparov A.A., Polatbek A, Serkebayeva S. G. The use of the software package MATLAB for solving problems on bifurcated electrical circuits. Herald of NAS RK, Almaty 2017, No. 4, pp 101-108. (doi.org/10.32014/2018.2518-1467)

[18]. Kabylbekov K. A., Ashirbaev H. A., Abdrakhmanova Kh.K., Dzhumagalieva A. I., Kadyrbekova J. B. Organization of the performance of the laboratory work "Modeling the electric field of a system consisting of a dielectric square and a long charged conductor" by using MATLAB software package. Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Physics and Mathematics, Almaty 2017, No. 4, pp 252-259. **(doi.org/10.32014/2018.2518-1726)**

[19]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh.K., Ermakhanov M.N., Urmashev B.A., Jatканbayev E.T. Calculation and visualization of a body motion in a gravitational field. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences.Volume 4, Number 430 (2018), P 87-98.

(doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[20]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh.K., Omashova G.Sh., Lakhanova K.M., Abekova Zh.A. Organization of computer laboratory work "Calculation and visualization of small forced oscillations" N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of geology and technical sciencesю. Volume 4, Number 430 (2018), pp 145-155. (doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[21]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh.K., Omashova G.Sh., Kedelbaev B., Abekova Zh.A. Calculation and visualization of electric field of a space –charled sphere. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Volume 5, Number 431 (2018), pp 201 – 209. (doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[22]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh. K., Saidakhmetov P. A., Sultanbek T. S., B. Sh. Kedelbaev B. Sh.. Calcuiation and visualization of isotopes separation process using

MATLAB program. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Volume 5, Number 431 (2018), 218 – 225. https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28

[23]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh.K., Saidakhmetov P.A., Musaev J.M., Issayev Ye.B., Ashirbaev Kh.A. Calculatio and vizualization of a body motion under the gravity force and the and the opposing drag. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of geology and technical sciences. Volume 6, Number 432 (2018), pp 85– 95. (doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[24]. Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova Kh.K., Saidakhmetov P.A., Kedelbaev B.Sh.,

Abdraimov R. T., Ualikhanova Б.S. Calculation and vizualization of the field caxsial of tht a coaxsial cable carrying steagy current. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of geology and technical sciences. Volume 6, Number 432 (2018), pp 55 – 65. (doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[25]. Kabylbekov K. A., A.D.Dasibekov, Abdrakhmanova Kh.K., Saidakhmetov P.A.,

Issayev E.B., Urmashev B.A. Calculation and vizualization of occillationg systems. N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of geology and technical sciences. Volume 6, Number 432 (2018), pp 110 – 120. (doi.org/10.32014/2018.2518-170X.28)

[26]. Kenzhekhan Kabylbekov, Khadisha Abdrakhmanova, Gaukhar Omashova, Pulat Saidakhmetov, Turlan Sultanbek, Nurzhamal Dausheyeva. A Laboratory on Visualization of Electrostatic and Magnetic Fields. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 15, No. 7, 2018, pp 49-70.

[27]. Kabylbekov K.A.. Omashova G.Sh. Application of MATLAB for calculations and visualization of physical phenomena. Monograph.-Shymkent: M.Auezov South-Kazakhstan State University, 2017.-268 p

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ И СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЕ

КАСЕНОВ Р.З., ЗЕЙНОЛЛИН Р.Р., АЛИЕВА М.Р., АХМЕТКАЛИЕВ С.Ж., ОЙРАТОВА А.М.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан

Проведены хроматографическое и спектрометрическое исследования каменноугольной смолы из углей Шубаркольского месторождения. При извлечении органических веществ для анализов использовались различные растворители и их смеси.

Ключевые слова: каменноугольная смола, фракция, органические вещества, хроматограмма.

Каменноугольная смола один из продуктов коксования каменных углей; вязкая чёрная жидкость с характерным фенольным запахом, плотность 1120—1250 *кг/м*^{3}, выход при коксовании ~3% от массы угля. Каменноугольная смола представляет собой сложную смесь ароматических, гетероциклических соединений и их производных, выкипающих в широких пределах температур (таблица 1). Из каменноугольной смолы выделено более 400 индивидуальных соединений, некоторые из них производятся в промышленном масштабе [1]. Из фракций каменноугольной смолы (таблица 2) индивидуальные вещества извлекают или кристаллизацией, или обработкой реактивами (например, раствором щёлочи при извлечении фенолов). Остатки после извлечения представляют собой технические масла, применяемые в качестве поглотителей бензольных продуктов из коксового газа, для консервирования древесины, производства сажи и др. целей [2,3].

Для исследования каменноугольной смолы из углей Шубаркольского месторождения использовались хромато-масс спектрометр Agilent 7890 A и ВЭЖХ «Shimadzu LC-20 Prominence». При извлечении органических веществ применялись различные растворители и их смеси (гексан, гептан, изооктан, толуол, бензол и этиловый спирт). Для проведения анализов 0,01г каменноугольной смолы растворялась в 10 мл растворителя, раствор фильтровали и разгоняли на хроматомасс-спектрометре Agilent 7890 A [4].

Каменноугольная смола вышеуказанных углей содержит 8-10% фенольных соединений, что значительно выше, чем у других каменноугольной смолы.

В зависимости от угля разных месторождений процент содержания фракций каменноугольной смолы колеблется достаточно значительно,

Таблица 1-Состав каменноугольной смолы по фракциям

Фракция	Выход, % от массы смолы	Пределы кипения, °С	Плотность при 20 °С, *кг/м³*	Выделяемые вещества
Лёгкая	0,2-0,8	До 170	900-960	Бензол и его гомологи
Фенольная	1,7-2,0	170-210	1000-1010	Фенолы, пиридиновые основания
Нафталиновая	8,0-10,0	210-230	1010-1020	Нафталин, тионафтен
Тяжёлая поглотительная)	8,0-10,0	230-270	1050-1070	Метилнафталины, аценафтен
Антраценовая	20,0—25,0	270-360 (и до 400)	1080-1130	Антрацен, фенантрен, карбазол и др.
Пек	50,0—65,0	Выше 360	1200-1300	Пирен и др. высококонденсированные ароматические соединения

поэтому целью нашей работы явилось исследование содержания органических веществ в каменноугольной смоле – отходов коксохимического производства АО «Шубарколь Комир» [5].

Таблица 2-Состав каменноугольной смолы по отдельным веществам

№	Вещество	% по массе	№	Вещество	% по массе
1	Нафталин	8-12	21	Толуол	0,3
2	Фенантрен	4-5	22	Хинолин	0,3
3	Флуорантен	1,6-3	23	Дибензотиофен	0,3
4	Пирен	1-2	24	м- Ксилол	0,2
5	Аценафтен	1-2	25	о -Крезол	0,2
6	Хризен	1-2	26	n - Крезол	0,2
7	Флуорен	1-1,8	27	Изохинолин	0,2
8	Антрацен	1-1,8	28	Хинальдин	0,2
9	2-Метилнафталин	1,2-1,8	29	7,8 Бензохинолин	0,2
10	Карбазол	1,2-1,5	30	Бензонафтофуран	0,2
11	Дибензофуран	1,1-1,2	31	Индол	0,2
12	Инден	1-1,2	32	2,4 Ксиленол	0,1
13	Тионафтен	0,8	33	3,5 Ксиленол	0,1
14	Акридин	0,6	34	Пиридин	0,02
15	1-метилнафтен	0,5	35	α –Пиколин	0,02
16	Фенол	0,4	36	β- Пиколин	0,02
17	м – Крезол	0,4	37	γ - Пиколин	0,02
18	Бензол	0,4	38	2,4 Лутидин	0,01
19	Бифенил	0,4	39	2,6 Лутидин	0,01
20	2-Фенилнафталин	0,3	40	Бензофуран	0,01

На полученных хроматограммах было отмечено, что высокое содержание фенолов в растворе маскирует присутствие других веществ, поэтому каменноугольная смола доводилась до кипения в присутствии азотной кислоты и воды (1:3). В результате около 72% фенолов вступали в реакцию образования пикриновой кислоты, которая переходила в водную фракцию, при отмывке (рисунок 1).

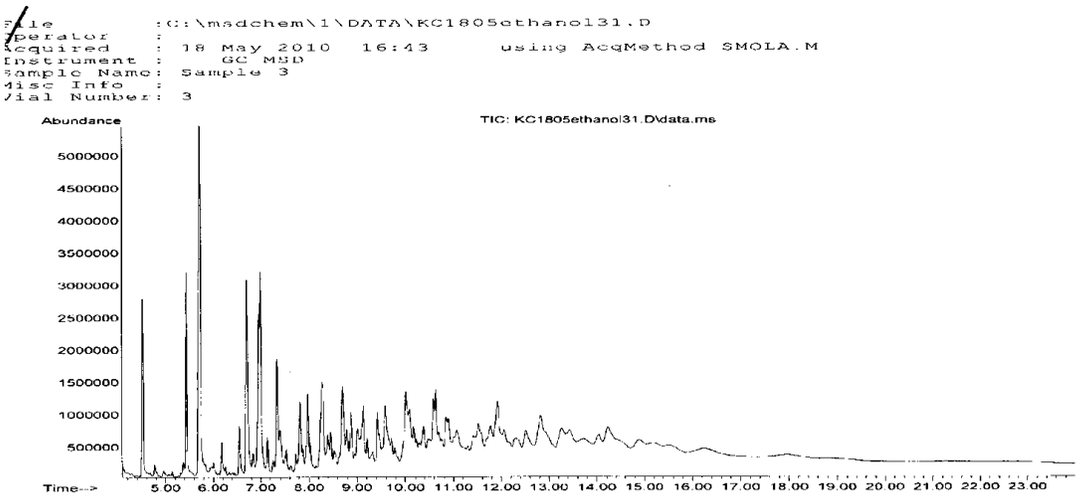


Рисунок 1- Хроматограмма образцов каменноугольной смолы

Проведенные анализы показали наличие следующих веществ в каменноугольной смоле (таблица 3) и в растворе каменноугольной смоле после обработки азотной кислотой (таблица 4). Как видно из таблицы 3 каменноугольная смола не растворяется в этиловом спирте, за исключением фенолов и смеси изооктан/гексан, но намного лучше растворяется в гептане и смеси бензол/толуол.

Таблица 3-Содержание органических веществ в каменноугольной смоле из углей Шубаркульского угольного разреза

Этиловый спирт		Изооктан/гексан (1:1)		Гептан		Толуол/бензол (1:1)	
Вещество	%	Вещество	%	Вещество	%	Вещество	%
Фенол	100	Фенол	74	Фенолы	45,4	Фенолы	38,3
		Нафталин	26	Нафталин	17,7	Нафталины	13,3
				Индены	9,25	Триметилфенол	3,37
				Бензолы	5,85	Этилбензол	2,95
				Тетрадецен	2,54	Тетрадецен	2,08
				Бензомидазол	2,08	Бутилбензол	1,92
				Пропинал	0,96	Индены	1,86
				Пиридин	0,93	Тридецен	1,8
				Пентадекан	0,84	Пентадекан	1,56
				Бензофуран	0,79	Додекан	1,05
				Метилпирадазин	0,72	Бензомидазол	0,96
				Тридецен	0,73	Триметилбензол	0,95
				Пропинол	0,69	Декан	0,85
				Ундекан	0,54	Пиридин	0,84
				Бифенил	0,46	Циклопентен	0,7
				Этанон	0,45	Метилэтилбензол	0,65
				Дибензофуран	0,44	Бифенил	0,64
				Гексадекан	0,36	Циклогексадиен	0,64
				Гептадекан	0,33	Этанон	0,55
				Октадекан	0,31	Гексадекан	0,55
				Инденол	0,29	Инденол	0,54
				Флуорен	0,19	Бензодиол	0,51
				Изооктан	0,06	Ундекан	0,4
				Циклогексан	0,04	Ксилол	0,28

Таблица 4-Содержание органических веществ в каменноугольной смоле из углей Шубаркульского угольного разреза, после ее обработки азотной кислотой

Этиловый спирт		Изооктан/гексан (1:1)		Гептан		Толуол/бензол (1:1)	
Вещество	%	Вещество	%	Вещество	%	Вещество	%
Нафталины	30,4	Нафталин	23,5	Нафталины	26,4	Гексадиены	28,6
Гексадекан	11,6	Индены	12,0	Индены	23,3	Циклопентадиены	18,7
Пентадекан	11,4	Бензолы	9,34	Тетрадеканы	22,3	Диметилбензол	7,9
Циклогексадиен	7,11	Нитрофенолы	7.38	Нитрофенолы	8,93	Бензолэтанамин	6,5
Индены	6,16	Тетрадецен	7,21	Пентадеканы	6,88	Ксилол	2,9

Цик-ло-пен-тен	5,49	Тридекан	5,08	Бензолы	6,37	Дегидробензол	1,17
Фенолы	5,09	Пентадекан	3,87	Нитробензол	3,23	Нитрофенолы	1,17
Терадекан	4,72	Гексадецен	3,22	Тридеканы	2,58	Нафталины	1,17
Бензолы	3,78	Додекан	3,18			Диметилфенол	0,42
Гексадеканол	3,04	Гептадекан	2,52			Инден	0,27
Пиридин	2,62	Метиловый эфир экгонидина	1.73			Этилбензол	0,2
		Гептан	1,66			Триметилфенол	0,19
		Дибензофуран	1,55			Тетрадецен	0,19
		Тридецен	1,51			Этилфенол	0,14
		Циклогексан	1,03			Пентадецен	0,12
		Бензомидазол	0,8			Этанон	0,09
		Карбазол	0,77			Триметилбензол	0,08
		Ундекан	0,7			Фенилбутен	0,08
		Индан	0,63			Гексадекан	0,06
		Бифенил	0,61			Бутилгидрокситолуол	0,05
		Гекситиодан	0,58			Циклопентен	0,05
		Толуол	0,54			Ундекан	0,04
		Циклопентен	0,54			О-толуидин	0,03
		Азулен	0,32			Этилдиметилбензол	0,03
		Квиноксалин	0,21			Циклогексадиен	0,03
		Пропинал	0,2			Инденол	0,03
		Циклогексадиен	0,18			Бифенил	0,03
		Декан	0,15			Бензомидазол	0,02
		Бензофуран	0,14			Флуорен	0,02
						Гептадекан	0,02

Из таблицы 4 видно, что хроматографирование веществ значительно улучшилась в смеси растворителей изооктан/гексан и этиловом спирте, ухудшилась в растворе гептана и осталась на одном уровне в смеси бензол/толуол. Состав органических веществ каменноугольной смолы из углей Шубаркольского угольного разреза отличается от стандартного, так как содержит большее количество ароматических и гетероциклических соединений.

С помощью ИК- спектроскопии в ходе экспериментов исследован функциональный состав образцов исходной кислосмолки. Зарегистрированы колебания, характерные для алифатических $–CH_x$ (2953, 2924, 2854, 1457, 1376 $см^{-1}$), карбонильной группы C=O (1710, 1700 $см^{-1}$), ароматических групп C=C (1600, 1580 $см^{-1}$), сульфоновых групп SO_2 (1140 $см^{-1}$), сернистых соединений S=O (1030 $см^{-1}$), C-S (705, 570 $см^{-1}$), высокомолекулярных полициклических (870, 815, 750 $см^{-1}$) (поли-, три-, бицепочные) ароматических соединений (350, 479 $см^{-1}$) (рисунок 2).

Источники

1. Соколов В.З. Производство и использование ароматических углеводородов/ В.З. Соколов, Г.Д. Харлампович. - М. Химия, 1980. - 336 с.
2. Лазорин С.Н. Каменноугольная смола (получение и переработка)/ С.Н.Лазорин, Е.А. Скрипник. - М. Металлургия, 1985. - 118 с.
3. Лебедев А.К., Сиварилов П.П., Камьянов В.Ф. Новые возможности переработки тяжелых нефтей и природных битумов // Тезисы докл. международного симпозиума «Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы их освоения». - Томск, 1992. – С. 85 – 87.
4. Бишимбаева В.К., Шевко В.М. Научно – технологическое развитие нефтегазового комплекса // Доклады третих международных научных надировских чтений. — Шымкент- Алматы, 2005. – 518- 520 с.
5. Мустафин Е.С., Давренбеков С.Ж., Касенов Р.З. Предпатент РК № 36620. от 06.25.2008г. Способ получения легких и средних нефтяных фракции и продуктов органического синтеза из каменноугольной смолы Шубаркольского угольного разреза при помощи энергии импульсного разряда.

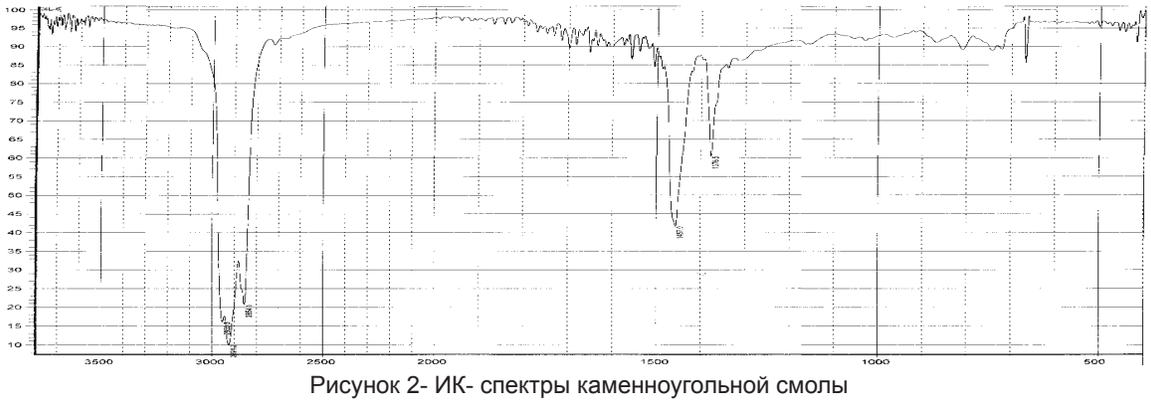


Рисунок 2- ИК- спектры каменноугольной смолы

ОРЫНГОЖИН Е.С., МЕТАКСА Г.П., АЛИШЕВА Ж.Н., ОРЫНГОЖА Е.Е.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ В МАССИВЕ ГИДРОГЕННЫХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Существующая технология добычи эксплуатации гидрогенных месторождений урана не отвечает требованиям рыночной экономики: низкая производительность труда, высокая себестоимость единицы продукции, требует в больших размерах капвложения, технология не конкурентоспособная, большие расходы серной кислоты. Для создания образцовых урановых рудников необходима и актуальна разработка инновационной технологии эксплуатации гидрогенных урановых месторождений. В этой статье будут изложены критический анализ существующей технологии добычи и эксплуатации гидрогенных месторождений урана.

Ключевые слова: инновация, технология, уран, выщелачивание, гидрогенное месторождение, поршневые скважины.

После начала применения в промышленном масштабе инновационной технологии выщелачивания урана из руд пластово-инфильтрационных (гидрогенных) месторождений в 50-х годах прошлого века в США во всех странах мира продолжается своеобразный «бум» в поисках подобного типа урановых месторождений осадочного происхождения, разработка которых осуществляется предельно простым, следовательно, недорогим способом, называемым методом подземного скважинного выщелачивания [1].

Разработка любого гидрогенного месторождения урана осуществляется наиболее простым, высокоэффективным и оригинальным методом подземного скважинного выщелачивания. В принципе этот метод выщелачивания может быть с успехом применен для производства цветных металлов в условиях как подземной, так и открытой разработки их месторождений.

Буровые скважины являются основными техническими сооружениями, обеспечивающими закачку химического или биохимического раствора, управление процессом его фильтрации в массиве гидрогенного пласта, процессами выщелачивания урана и выдачей продуктивных растворов по откачным скважинам на дневную поверхность для их переработки. Таким образом, система буровых скважин различного назначения, пробуренных с дневной поверхности в глубь до гидрогенных пластов, представляется в образе подземного рудника.

Для вскрытия гидрогенных месторождений урана, закачки биохимических растворов, а также откачки продуктивных растворов проводятся с помощью вертикальных скважин. По своему назначению они подразделяются на следующие: технологические, наблюдательные, контрольные и специальные.

В практике эксплуатации гидрогенных месторождений урана закачные и откачные скважины могут быть применены в качестве откачных, а откачные скважины могут быть использованы закачными, то есть каждая технологическая скважина может быть использована в качестве как откачных, так и закачных скважин. Таким образом, осуществляется реверсирование – изменение направления движения рабочих растворов в продуктивном горизонте на угол 180° для повышения степени извлечения полезных компонентов из недр. В зависимости от места заложения технологических скважин определяется схема вскрытия эксплутационного поля гидрогенного месотрождения урана.

Также, в практике эксплуатации гидрогенных месторождений урана приняты схемы расположения технологических скважин: линейные (или рядные), площадные (или ячеистые) и комбинированные. На урановых месторождениях в странах СНГ и других зарубежных странах линейные системы расположения скважин применялись широко, так же как и в настоящее время. Они наиболее эффективны при разработке протяженных гидрогенных урановых месторождений, сложенных осадочными, хорошо водопроницаемыми ($К_ф$ > 1,0 м/сутки) рудами и породами и находящихся в сложных гидрогеологических условиях.

Исследованиями [1 - 4] установлено, что наиболее благоприятной из опробованных является линейная система с шахматным расположением скважин при отношении расстояний между скважинами в ряду и между рядами 1:2, наименее благоприятной – система с прямоугольным расположением скважин с соотношением расстояний 1:1.

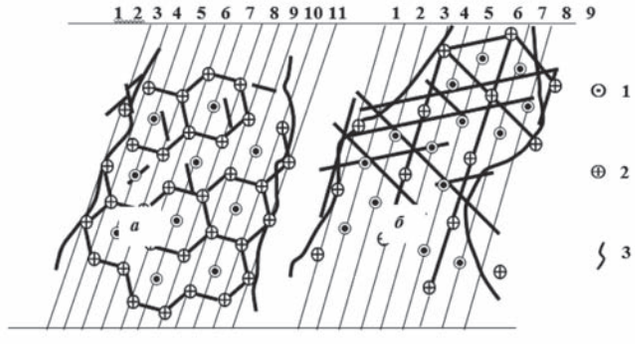
В сообщении Казатомпрома [4] об успешном развитии урановых рудников Казахстана нет информации о том, что при добыче продуктивных растворов урана применяется метод бактериального выщелачивания.

Сущность технологической схемы этого метода заключается в следующем. В практике эксплуатации гидрогенных месторождений урана приняты схемы расположения технологических скважин: линейные (или рядные), площадные (или ячеистые) и комбинированные.

Выщелачивающие химические или биохимические растворы, нагнетаемые по закачным скважинам, фильтруются через поры и трещины в массиве гидрогенного плата до ближайших соседних откачных скважин. Во время фильтрации химические растворы, обогащаясь концентрацией урана, становятся «продуктивными растворами», которые откачиваются на дневную поверхность и подаются в цех переработки, где переработка продуктивного раствора осуществляется с помощью процессов сорбции и десорбции, после которой извлекается уран. Для этой цели используется комплекс различного оборудования, называемый сорбционной установкой. Он состоит из сорбционных и регенерационных колонн, бассейнов для богатых и бедных растворов, емкостей для доводки химического концентрата, насосов, системы трубопроводов и комплекса вспомогательных емкостей для приготовления различных растворов для выщелачивания, нейтрализации сточных и очистных шахтных вод. Технология подземного скважинного выщелачивания наиболее эффективна для разработки гидрогенных урановых месторождений с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сутки. Таким образом, технологическая схема подземного выщелачивания предусматривает выщелачивание металла-урана при естественном залегании рудной залежи. Непременным условием ее применения является наличие водоупоров в кровле и почве рудного пласта.

Из выше приведенных кратких аннотаций по трудам ведущих ученых стран СНГ в области разработки гидрогенных месторождений урана понятно, что общее признание в применении получили ячеистые (площадные) системы (гексагональная, треугольная ячейки) расположения скважин при разработке гидрогенных месторождений урана [2].

На рисунке 1 показаны площадные (ячеистые) системы расположения технологических скважин: а – гексагональные ячейки, б – треугольная ячейка.



а - гексагональная ячейка; б – треугольная ячейка; 1 – скважины откачные;
2- скважины закачные; 3 - контур рудной залежи.

Рисунок 1 - Ячеистые системы расположения скважин

Подобное разделение и применение гексагональных и треугольных схем расположения технологических скважин (закачные и откачные скважины), применяемых для вскрытия и эксплуатации гидрогенных месторождений урана, является ошибочным.

Все площадные системы (гексагональные и треугольные) представляют собой линейные системы худшего типа, применение которых при строительстве и эксплуатации урановых рудников наносит крупномасштабный ущерб.

Проведем линии, соединяющие все закачные и откачные скважины. Получим прямые линии, параллельные между собой, то есть на гексагональных ячейках получим прямые линии (ряды) 1, 2, 3,…, 11, которые являются параллельными. При этом на правой и левой сторонах линии откачных скважин 3, 6 и 9 располагаются по две закачных линий, на которых располагаются закачные скважины в шахматном порядке.

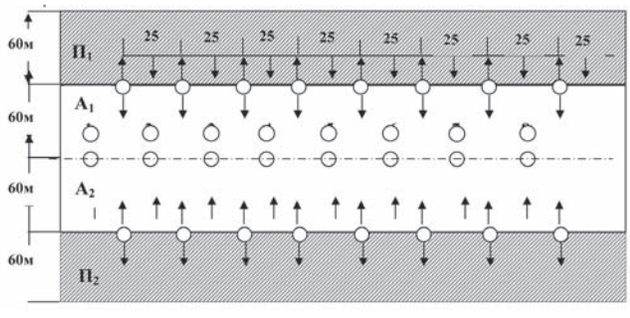
Все закачные ряды (1, 2, 4, 5, 7, 8 и 10, 11) и откачные ряды (3, 6 и 9) покажем в плане (рисунок 2). Получим линейные системы расположения технологических скважин. Каждый ряд откачных скважин (3, 6 и 9) обслуживается 2 рядами закачных скважин (1, 2 – 4, 5; 4, 5 – 7, 8; 7, 8 – 10, 11), расположенными справа и слева [3, 4].

Из различных схем линейной системы расположения технологических гидрогенных месторождений наиболее распространенной в практике эксплуатации ги-

дрогенных месторождений урана является трехрядная система, состоящая из первого закачного ряда, второго откачного ряда и третьего закачного ряда. При этом расстояние между рядами и скважинами в ряду принимается соответственно 50 и 15 м и более.

Из указанного видно, что добычная ячейка обычно состоит из двух закачных и между ними одной откачной скважины, принадлежащих к трем последовательно расположенным рядам.

На рисунке 2 показаны стрелками схемы распространения химического раствора, подаваемого по закачным скважинам на площадях пассивных зон $П_1$ и $П_2$ и направление потоков продуктивных растворов в сторону ряда откачных скважин. На пассивных зонах при работе откачных скважин проникший ранее химический раствор частично будет фильтроваться в обратном направлении в сторону ряда откачных скважин, что является маловероятным, так как струи потоков химического раствора, подаваемого постоянно по закачным скважинам, служат грунтово-гидравлическими завесами.



Количество закачных скважин - 16, количество откачных скважин – 8, всего 24.
Рисунок 2 – Существующая трехрядная система размещения технологических скважин

Просачивание продуктивных растворов, образовавшихся в пассивных зонах $П_1$ и $П_2$ в активные зоны $А_1$ и $А_2$ за счет градиента давления, создаваемого работой насоса, также происходит со значительной их потерей.

На всех рудниках гидрогенных месторождений урана широко применяются линейные системы расположения скважин, состоящие из последовательно чередующихся на площади залежи рядов откачных и закачных скважин. Добычная ячейка обычно состоит из двух закачных и одной откачной скважины, принадлежащих к трем последовательно расположенным рядам. При этом ряд откачных скважин располагается между двумя рядами закачных скважин. Во всех работах многочисленных авторов [1 -4] без исключения указанные линейные системы расположения скважин принимаются как лучшие технические решения.

Выше нами было показано на примере - применение линейных систем расположения трехрядных скважин, состоящих из двух рядов закачных и одного ряда откачных скважин между ними, наносит значительный экономический ущерб за счет потери химического и продуктивного растворов.

Поток химического раствора, подаваемого по закачным скважинам в массив гидрогенного пласта, фильтруется по круговой площади вокруг каждой закачной скважины. Как химический раствор, так и продуктивный раствор, образованный на площадях S_1 и S_2 не могут проникнуть до ряда откачных скважин, так как их обратный путь заграждается потоками химических растворов, подаваемых по закачным скважинам в массив гидрогенного пласта. Кроме того, градиент давления, создаваемого со стороны всаса насоса, может оказать влияние на расстоянии не более 3-5 м. Таким образом, объемы как химического, так и продуктивного раствора, заключенные в пределах площадей S_1 и S_2, являются потерянными (рис. 3).

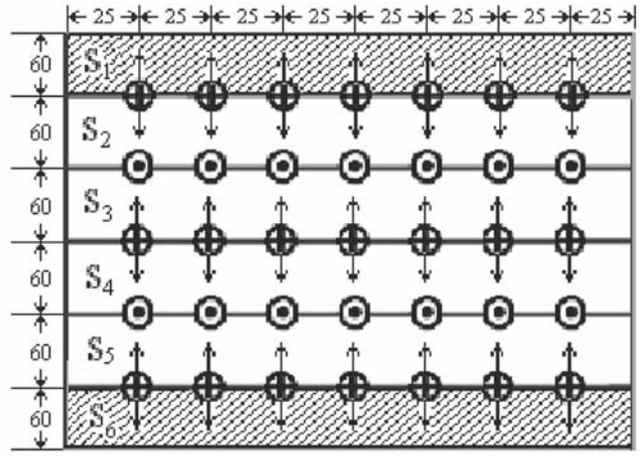


Рисунок 3 – Стандартная схема вскрытия

Применение линейных систем расположения трехрядных скважин, состоящих из двух рядов закачных скважин и одного ряда откачных скважин между ними приводит к значительному ущербу в результате применения большого количества технологических (закачных и откачных) скважин и потери значительного количества химического и продуктивного растворов.

Из приведенных рисунков видно, что гексагональная и треугольная системы расположения скважин представляют собой не что иное, как линейные системы.

В первом случае соотношения количества откачных скважин к количеству закачных скважин составляет 1:4, во втором случае это соотношение равно 2:2.

Во всех случаях на практике в условиях, когда коэффициент фильтрации $К_ф$ > 5м/сутки, это соотношение должно быть принято 1:1 или 1:2, то есть один ряд откачных скважин обслуживается двумя рядами или одним рядом закачных скважин.

Таким образом, в вышеуказанном первом случае два ряда закачных скважин стали лишними, а во втором случае один ряд откачных скважин из двух стал ненужным.

Литература

1. Языков В.Г., Забасанов В.П., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геология урана на месторождениях Казахстана. – Алматы: Казатомпром, 2001.

2. Казатомпром http: //kazatomprom.kz/ru/pages/metod.pv.

3. Алтаев Ш.А., Чернецов Г.Е., Орынгожин Е.С. Технология разработки гидрогенных урановых месторождений Казахстана. – Алматы: ИГД им. Д.А. Кунаева, 2003. – 294 с.

4. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. – М.: МГГУ, 2001. – 656 с.

Уважаемые коллеги !

От имени Казахстанской Национальной академии естественных наук примите самые искренние поздравления с 25-летием со дня создания Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан!

Центр за эти годы став крупнейшим и уникальным научно-производственным объединением Казахстана и Центральной Азии по проблемам горно-металлургического комплекса, способен осуществлять системное решение проблем на всех стадиях горно-металлургического цикла: от добычи руды, обогащения, переработки до получения товарной продукции.

Действующие под эгидой Центра научные организации и предприятия горно-металлургического профиля, накопили бесценный опыт в реализации многих высокотехнологичных инновационных проектов, что, несомненно, способствует эффективной интеграции республики в международное научное пространство, росту авторитета страны в глазах мировой общественности.

Результаты фундаментальных исследований научных подразделений Центра способствовали развитию ряда направлений естественных наук в республике.

Государство высоко оценило достижения ученых за эти годы, отметив их Государственными премиями в области науки и техники Республики Казахстан (2001, 2015, 2017 гг.) в области металлургии.

Особо следует отметить проекты по созданию ферросиликоалюминия, запатентованного как «казахстанский сплав», получивший мировое признание, а также, касающийся переработки низкокачественного (высокофосфористого бурожелезнякового) и техногенного сырья, инициированного КазНАЕН, была присуждена государственная премия РК в области науки и техники имени аль-Фараби.

Желаем Вам благополучия и в дальнейшем достижения успехов на благо Казахстана!

Президент КазНАЕН,
академик, д.э.н. **Н. Абыкаев**

ТЕХНОПАРК BIOGEN ПОМОГАЕТ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТОК КАЗАХСТАНСКИХ УЧЕНЫХ

Технопарк Biogen помогает отечественным ученым организовать производство на основе разработанных технологий, а также сопровождает проект на всех стадиях его реализации. Цель технопарка - развитие резидентов через продвижение инновационных решений, продукции и услуг. Площадка позволяет генерировать и управлять потоками знаний и технологий между резидентами, компаниями и рынками.

Технопарк расположен на территории РГП на ПХВ «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК (далее - центр). Центр является ведущим научным учреждением в стране, основная цель которого поддержка и развитие биотехнологической отрасли в целом.

Резиденты технопарка получают оснащенную производственную базу, доступ к научно-исследовательской базе Центра, помимо этого технопарк помогает резидентам формировать стратегический план развития проектов и ведет бухгалтерский учет.

На сегодняшний день в технопарке Biogen реализуются несколько проектов.

Компания Greenlab занимается микроклональным размножением древесных растений для промышленного использования в озеленении экологически неблагополучных территорий. Преимущества такого способа выращивания растений заключается в их высокой приживаемости при посадке (90%), сокращении срока получения готового продукта на 50%, круглогодичном получении оздоровленного посадочного материала.Полученные растения были внедрены в АО «Астана- Зеленстрой» и ТОО «Астана орманы».

Коммерческие услуги по генотипированию и подтверждению породности сельскохозяйственных животных оказывает ТОО Genesis. Выделяя ДНК из биологического материала, сотрудники компании сравнивают исследуемые образцы с уже имеющейся базой данных. В случае совпадения и подтверждения родства заказчику выдают племенные сертификаты и справки для регистрации. При лаборатории создан производственный участок для выпуска реагентов для генотипирования.Получена аккредитация по международному стандарту ISO17025.

В составе резидентов технопарка компания Green Technologies KZ, которая занимается производством ферментных белков для кормов, фитазы.

Разработкой геномных и клеточных технологий для персонализированной медицины занимается резидент технопарка ТОО General Genetics. Компания получила аккредитацию на научную и научно-техническую деятельность.

ТОО X-MATRIX занимается производством биологических повязок для лечения ожогов и ран на основе экстрацелюлярного ксеногенного матрикса.Отечественные повязки отличаются от зарубежных аналогов тем, что в их прозводстве используется материал, который ранее не применялся для их изготовления – ксенобрюшина крупнорогатого скота. Доступное и дешевое сырье по лечебным свойствам не уступает зарубежным материалам и имеет низкую себестоимость. В планах у компании экспортировать продукт в страны СНГ.

Услуги по генетическому тестированию в медицинских, косметологических и спортивных центрах для улучшения качества жизни населения оказывает компания ТОО «Технопарк BIOGEN». Генетический тест помогает выявлять генетические особенности организма человека. Исследование способно указать на генетическую предрасположенность к излишнему весу и сахарному диабету 2 типа, к дефициту витаминов А и В12, алкоголизму, определить выносливость и восприимчивость к травмам. Также на основе подобных генетических тестов можно узнать тип старения кожи и составить персональный уход.

Проекты-резиденты технопарка получили грантовое финансирование по программам АО «Фонд науки» и совместного проекта правительства Казахстана и Всемирного банка «Стимулирование продуктивных инноваций».

ИНФОРМАЦИЯ О РГП «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР БИОТЕХНОЛОГИИ» КН МОН РК

Республиканское государственное предприятие «Национальный центр биотехнологии» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (НЦБ) – ведущий научный центр страны, реализующий научные исследования в области биологии, биотехнологии и обеспечения биологической безопасности страны.

НЦБ выполняет и координирует научно-технические программы и проекты в рамках программно-целевого и грантового финансирования научных исследований в области биологии, биотехнологии, биологической безопасности и экологии, является основной базой для подготовки кадров в области биотехнологии, содействует междисциплинарным исследованиям в области фундаментальных и прикладных наук о жизни.

Научные подразделения

Структурные подразделения Национального центра биотехнологии находятся в городах Астана, Алматы и Степногорск.

В головном предприятий в г. Астана имеются 13 научных лабораторий:

1. Национальная научная лаборатория биотехнологии коллективного пользования
2. Лаборатория масс-спектрометрии и протеомики
3. Лаборатория прикладной генетики
4. Лаборатория генетики человека
5. Лаборатория стволовых клеток
6. Лаборатория токсикологии и фармакологии
7. Лаборатория генетической инженерии
8. Лаборатория иммунохимии и иммунобиотехнологии
9. Лаборатория биотехнологии и селекции растений
10. Лаборатория генетической инженерии растений
11. Лаборатория геномики растений и биоинформатики
12. Лаборатория экологической биотехнологии
13. Лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов

В городе Степногорск НЦБ представлен научно-производственными подразделениями: филиалом и ТОО «Научно-аналитический центр «Биомедпрепарат», которые имеют в своем составе 8 лабораторий.

В 2017 году в Центральной Референц Лаборатории (г. Алматы) открыт филиал НЦБ, основная деятельность которого заключается в развитии потенциала по реагированию на биологические угрозы, проведение референс-диагностики особо опасных патогенов, молекулярно-генетические исследования опасных и особо опасных патогенов (ОООП), а также фундаментальные и прикладные исследования по изучению ОООП.

Направления научной деятельности

НЦБ занимает ведущую позицию в проведении прикладных исследований и разработке биотехнологий, связанных с решением актуальных проблем здравоохранения, сельского хозяйства, экологии, пищевой и перерабатывающей промышленности и обеспечения биологической безопасности Республики Казахстан.

Области исследований:

- генодиагностика, фармакогеномика, персонализированная медицина

Рисунок 1. Национальный центр биотехнологии

- популяционная генетика человека, палеогенетика
- стволовые клетки, клеточные технологии, регенеративная медицина
- иммунология, иммунохимия, иммунобиотехнология
- молекулярная генетика микроорганизмов
- химический синтез олигонуклеотидов и их модификация
- молекулярная генетика и генная инженерия растений
- геномная селекция растений и животных
- биотехнология и сохранение генетических ресурсов растений
- экологическая биотехнология
- биогеотехнологии и биовыщелачивание металлов из руд и отвалов
- микробиология и микробиологический синтез
- фармакология, доклинические и клинические испытания

молекулярно-генетические исследования и референс-диагностика особо опасных патогенов

Основные результаты НИР

НЦБ имеет репутацию лидера в проведении прикладных исследований и разработке биотехнологий, направленных на решение актуальных проблем здравоохранения, сельского хозяйства и экологии, обеспечения биологической безопасности Республики Казахстан.

Результаты проведенных в НЦБ исследований применимы в различных областях, в том числе в медицине, сельском хозяйстве, экологии, перерабатывающей и пищевой промышленности.

Для здравоохранения были созданы:

- Клеточные препараты для восстановления поврежденных суставов и гидрогель для регенерации остеохондральных дефектов в коленных и тазобедренных суставах человека.
- Клеточная технология «Фиброспрей» для лечения ожогов II-IV степени.
- Лекарственные препараты эритропоэтин и ангиогенин для лечения тяжелых форм анемии и незаживающих ран.
- Капсулированная форма пробиотика «Бифидумбактерин»,
- БАДы «Димицил» и «Биолакт».
- Экспресс ДНК тест-система, позволяющая индивидуально подбирать терапевтическую дозу тромболитиков (Варфарин и Плавикс).
-

Для нужд сельского хозяйства разработаны:

- Биопрепараты для защиты растений от вредителей Битокситурин, Биомикол, Биокенбид.
- Биоудобрения «Азотофит», «Фосфатофит»
- 5 сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к «черному зародышу» (Ақ Орда), засухе (Байтерек, Казахстан 20 и Дархан-Дән), засолению (ЭКСПО-2017) и сорт картофеля «Астаналык», устойчивый к сухой фузариозной гнили.
- Кормовые добавки «Биокар», «ПРОБИОСПОРИН», «AMINOR-ST», «Фитаза».
- ПЦР тест-системы для диагностики бруцеллеза, сибирской язвы, хламидиоза, сальмонеллеза, пастереллеза, лейкоза и кампилобактериоза.
- ИФА и ИХА тест-системы для диагностики бруцеллеза, ящура, лейкоза, бешенства и лептоспироза животных.
- НЦБ проводит генотипирование крупного рогатого скота для племенных палат и фермеров по рекомендованной ISAG технологии и определение достоверности происхождения телят.

Для экологических нужд:

- Разработаны новые биопрепараты для очистки почв и воды от нефти, ПАВ и избыточных илов: комплексный биопрепарат «Энойл», «BioCleanLeb», «Клинлэб»,«Таза су».

Для применения в пищевой промышленности разработаны:

- Технологии производства препаратов: термостабильной альфа-амилазы, ферментов химозина и β-галактозидазы.
- Мезофильная пшеничная закваска, закваски АВ для ацидофилина.
- Ферментные препараты «Протосубтилин», «Глюкавомарин», «Амилосубтилин» для использования при изготовлении хлебобулочных изделий и в производстве пива.

Для использования в горнодобывающей промышленности разработаны:

- Технологии чанового и кучного бактериального извлечения золота, серебра и меди из окисленных и сульфидных руд.

Публикационная активность

В 2016 г. за высокие показатели публикационной активности и цитируемости по данным информационного ресурса Web of Science (Thomson Reuters) НЦБ был признан самой цитируемой научной организацией Казахстана за 2011-2015 годы и награжден независимой премией «Лидер науки». В 2012-2017 гг. учеными НЦБ опубликованы 70 научных статей в более чем в 45 журналах зарубежья с импакт-фактором от 0,43 до 11,50.

Коммерциализация НИР

Коммерциализация результатов научно-исследовательских работ НЦБ является одним из приоритетных направлений деятельности. В 2014 году с целью внедрения результатов научных исследований НЦБ и ТОО «BIOTRON GROUP» (г. Степногорск) создали Корпоративный научный центр по производству биопрепаратов и вакцин, что позволило значительно ускорить внедрение научных разработок в производство. С целью реализации поставленных задач созданы научные лаборатории НЦБ на базе ТОО «BIOTRON GROUP» для разработки и производства новой биотехнологической продукции.

В 2016 и 2017 году НЦБ выиграл 2 инновационных гранта, финансируемых АО «Фонд науки»:

• «Организация производства кормовой добавки «Фитазы» для птицефабрик».

• «Предоставление услуг по генетическому тестированию в медицинских, косметологических и спортивных центрах для улучшения качества жизни населения».

• В 2016 году НЦБ выиграл 3 гранта, в рамках «Проекта стимулирование продуктивных инновации», финансируемых Всемирным банком и МОН РК:

• «Создание инфраструктуры для генотипирования и подтверждения породности сельскохозяйственных животных для племенных палат и фермеров Республики Казахстан».

• «Коммерциализация технологий микроклонального размножения древесных растений для промышленного использования в озеленении городов».

• «Внедрение технологии культивирования и глубокой переработки бататы (сладкого картофеля)».

За последние 5 лет НЦБ получено 89 охранных документов на результаты научно-технической деятельности, в том числе: 33 патента РК на изобретения, 3 патента РК на селекционные достижения и 3 евразийских патента на изобретения

Международное сотрудничество

• НЦБ осуществляет научное сотрудничество, ориентированное на проведение совместных исследований и коммерциализацию новых технологий с организациями ближнего и дальнего зарубежья. Заключены меморандумы, договора и соглашения о сотрудничестве с 35 научными учреждениями и университетами.

• НЦБ является контактным пунктом ратифицированного Республикой Казахстан в 2008 г. Картахенского протокола по биобезопасности к Конвенции «О биологическом разнообразии». В этом качестве НЦБ содействует обмену научной, технической, природоохранной и юридической информации и опыта в отношении живых измененных организмов и генетически модифицированных объектов.

• НЦБ в течение 10 лет является организатором Международной научной конференции Астана Биотех - известной в Казахстане и за ее пределами площадки для диалога между учеными и практиками, государственными органами и производителями научного оборудования в сфере обмена информацией касательно биологии и биотехнологии.

Кружок для школьников «NextBio»

В 2013 году силами НЦБ был организован научно-исследовательский кружок «NextBio» при Дворце школьников (г. Астана).

Ученые НЦБ оказывают методическую и практическую помощь в реализации школьниками самостоятельных исследовательских работ по биологии на профессиональном уровне. Ежегодно НЦБ совместно с Дворцом школьников проводится Городская олимпиада для школьников «Юный биотехнолог». Постоянное количество участников кружка – 40 человек.

15 выпускников «NextBio» после окончания средней школы поступили в ВУЗы биологического профиля Казахстана, России, Великобритании, США, Германии.

Издательская деятельность

НЦБ входит в Международную ассоциацию издателей научной литературы PILA и более 20 лет является учредителем и издателем научного журнала «Eurasian Journal of Applied Biotechnology» (EJAB), единственного в Казахстане, посвященного вопросам современной биотехнологии.

Рисунок 2 Журнал «Eurasian Journal of Applied Biotechnology»

Журнал входит в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности. Журнал включен в международные информационные базы: Реферативный журнал ВИНИТИ, Научная электронная библиотека RUNEB, Ulrich's Periodicals Directory. Международный стандартный серийный номер журнала ISSN 1028-9399. Импакт-фактор РИНЦ равен 0,07.

РГП «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

РГП **«Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП «НЦКПМС РК») – 25 лет** на рынке научно-технических услуг в горно-металлургической отрасли. Крупнейшая в сфере отечественной науки в ГМК научно-производственная организация, в структуре которой в качестве филиалов функционируют:

- Институт горного дела им. Д.А. Кунаева,

- Восточный научно-исследовательский горно-металлургический институт цветных металлов «ВНИИцветмет»,

- Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр»,

- Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

- Центр металлургии,

- Институт геологии и экономики минерального сырья «Казкерн»,

- Астанинский филиал.

Кадровый состав насчитывает более 1000 сотрудников, в числе которых порядка 40 докторов, 80 кандидатов наук и докторов PhD, 39 академиков и 9 членов-корреспондентов, 58 лауреатов различных премий, из них 20 лауреатов Государственной премии РК в области науки и техники.

РГП «НЦКПМС РК» обеспечивает системное решение актуальных задач в области добычи и переработки минерального и техногенного сырья в целях модернизации действующих и создания новых предприятий по выпуску инновационных продуктов.

ИГД им. Д.А. Кунаева осуществляет:

разработку эффективных и экологически чистых и безопасных технологий комплексного освоения природных и техногенных месторождений полезных ископаемых;

прогноз и управление геомеханическими процессами при подземной добыче руд;

разработку автоматизированных систем управления технологическими процессами, планирования и проектирования горных работ;

механизацию подземных и открытых горных работ;

проектно-конструкторские работы;

консалтинговые услуги в области горного права, экономики горного производства, геоэкологии и геотехнологии, буровзрывных работ и создания взрывчатых веществ, безопасности ведения горных работ

ВНИИцветмет специализируется на выполнении работ по добыче, обогащению и металлургической переработке рудного сырья с получением цветных и благородных металлов.

Казмеханобр проводит разработку, проектирование и реализацию высокоэффективных технологий в области обогащения полиметаллических и золотосодержащих руд, охраны окружающей среды и рационального природопользования, очистки питьевых и сточных вод.

ХМИ им. Ж. Абишева выполняет научно-технологические исследования в области металлургии черных и цветных металлов и научно-техническую деятельность по всему циклу металлургического производства от подготовки сырья до готовой продукции.

Центр металлургии нацелен на совершенствование технологий горно-металлургической отрасли, апробацию, отработку и коммерциализацию научно-технических разработок в промышленных и полупромышленных масштабах с сертификацией продукции.

Деятельность **ИГЭМС «Казкерн»** направлена на комплексное системное изучение недр Республики Казахстан, минеральных ресурсов и их экономической оценки для развития геологии и геологоразведочных технологий.

Астанинский филиал осуществляет взаимодействие РГП «НЦ КПМС РК» с органами законодательной и исполнительной власти, министерствами и ведомствами, институтами развития, а также выполнение научно-исследовательских работ в области создания огнеупоров нового поколения и сопутствующих материалов.

Предприятие **аккредитовано** Уполномоченным органом Министерства образования и науки Республики Казахстан в качестве субъекта научной и/или научно-технической деятельности. Работы осуществляются на основании **государственных лицензий** в области проектирования и эксплуатации горных производств; проектной деятельности, включая проектирование инженерных систем и сетей, технологическое, строительное, градостроительное и архитектурное проектирование, проектирование (технологическое) и/или эксплуатацию горных (разведка, добыча полезных ископаемых), нефтехимических, химических производств, проектирование (технологическое) нефтегазо-перерабатывающих производств, эксплуатацию магистральных газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов; изыскательской деятельности в направлении инженерно-геологических и инженерно-гидрогеологических работ; охраны окружающей среды, включая экологический аудит и природоохранное проектирование; деятельности, связанной с оборотом прекурсоров; выполнения градостроительных и проектно-изыскательских работ (Кыргызская Республика).

Высокое качество и комплексность выполняемых услуг гарантированы наличием:

Аттестованных и аккредитованных аналитических лабораторий.

Межгосударственного технического комитета по стандартизации – МТК 504 «Цинк, свинец».

Специализированной организации Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов РК.

Испытательного Центра, выполняющего арбитражные, сертификационные, контрольные, аттестационные анализы минерального сырья, продуктов цветной металлургии, объектов окружающей среды.

Специализированного Центра Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

Оснащенных научно-исследовательских лабораторий и проектно-конструкторских отделов.

Полигона для испытаний принципиально новых горно-технологических схем и горного оборудования.

Опытной фабрики по проведению полупромышленных испытаний на обогатимость руд новых месторождений с выдачей данных для утверждения запасов в ГКЗ РК.

Опытно-экспериментального комплекса для отработки и сдачи «под ключ» технологий.

В числе **заказчиков и партнеров** РГП «НЦКПМС РК»:

- государство в лице министерств и ведомств,
- все отечественные горно-металлургические предприятия, включая АО «АрселорМиттал Темиртау», Eurasian Resources Group, ТОО «Корпорация «Казахмыс», ТОО «Казцинк», ТОО «Востокцветмет», АО «AltynEx Company», ТОО «RG Gold»,
- зарубежные компании: ThyssenKrupp, SMS Siemag AG, ICMD Holding GmbH, PATEV Associates GmbH (Германия); POSCO (Южная Корея); JFE Steel Corp., Kobe Steel Corp., HANWA Corp. (Япония); Baosteel Group Corp., Sinosteel Corp., JinZhou Tian Sheng Heavy Industry Co., Zhuzhou Smelter Group Co. Ltd, Jiangxi Copper Corporation (КНР); COMIBOL (Боливия); Teck Cominco (Канада); Portovesme s.r.l., Snamprogetti S.p.A. (Италия); Campine n.v. (Бельгия); Megalloy AG (Швейцария); АО «RMG Copper», АО «RMG Gold» (Грузия); ОАО «Кыргызалтын» (Киргизия) и другие.

Бесспорное лидерство РГП «НЦКПМС РК» по ряду направлений в горно-металлургической отрасли и успех деятельности подтверждаются трансфером технологий за рубеж и запуском в эксплуатацию десятков различных промышленных объектов в разных точках мира при общем объеме инвестиций более $3,5 млрд.

ФИЛИАЛ РГП «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН» «ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Д. А. КУНАЕВА»

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева (ИГД им. Д.А. Кунаева) – 74 года на рынке научно-технических услуг в горно-металлургической отрасли. В Институте функционируют:

- Отдел «Технологии подземной разработки рудных месторождений»;
- Отдел «Физико-технических проблем комплексного освоения недр»;
- Отдел «Геомеханики»;
- Отдел «Геотехники»;
- Отдел «Экологии и безопасности горных работ»;
- Отдел «Горной системологии»;
- Отдел «Геотехнологии, горной системологии и недроведения»;
- Лаборатория «Автоматизированных систем управления технологическими процессами».

Институт осуществляет:

разработку эффективных и экологически чистых и безопасных технологий комплексного освоения природных и техногенных месторождений полезных ископаемых;

прогноз и управление геомеханическими процессами при подземной добыче руд;

разработку автоматизированных систем управления технологическими процессами, планирования и проектирования горных работ;

механизацию подземных и открытых горных работ;

проектно-конструкторские работы;

консалтинговые услуги в области горного права, экономики горного производства, геоэкологии и геотехнологии, буровзрывных работ и создания взрывчатых веществ, безопасности ведения горных работ.

Институт обеспечен высококвалифицированными научными кадрами. Квалификационный уровень представлен 17 докторами наук и 23 кандидатом. В числе докторов наук 6 профессоров, 1 академик НАН РК, 2 члена-корреспондента НАН РК, 2 академика Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан (АМР РК), 6 академика НАГН, 9 отличника ГН, 1 академик КНАЕН, 2 академик МАИН, 2 академика Международной академии «Экология», 2 член-корреспондент НАГН, 1 академик Национальной инженерной академии РК.

Согласно Положению о филиале Институт:

- принимает участие в разработке предложений по государственным приоритетам развития горно-металлургического, топливно-энергетического и нефтяного комплексов республики в рамках формирования республиканских целевых научно-технических программ, их реализации, по объемам освоения и использования, созданных Институтом высокоэффективных видов техники, новых технологий и материалов, представление их органу государственного управления;

- проводит фундаментальные и прикладные исследования в области добычи и первичной переработки полезных ископаемых, включая урановые руды, обеспечивающие рациональное и комплексное использование недр, комфортные и безопасные условия труда горнорабочих, разрабатывает рациональные формы проектирования и оптимального управления горно-металлургическим (ГМК) и топливно-энергетическим комплексами (ТЭК);

- участвует в научно-методическом и нормативном обеспечении ГМК и ТЭК, в том числе в разработке нормативно-правовой документации: по экологической и технической безопасности, по охране окружающей среды и рациональному недропользованию, межгосударственных и государственных стандартов организаций, технических условий, методик выполнения измерений, экологических проектов, в разработке и реализации технологий и оборудования для рациональной добычи и первичной переработки угольного, углеводородного, рудного, техногенного, забалансового сырья, в разработке, проектировании и проведении испытаний нового, более эффективного оборудования для добычи руд, углей, углеводородов, первичной переработки руд, а также в обеспечении их внедрения;

- выполняет опытно-конструкторские работы, проводит опытные, опытно-промышленные, промышленные испытания новых технологических процессов, техники и приборов, конструкторские работы изготовления и испытания опытных образцов, осуществляет технологическое проектирование, разработку инновационных проектов, технико-экономических обоснований и проектно-сметной документации, бизнес-планов новых производств и др.

- взаимодействует с институтами развития по привлечению финансовых средств на реализацию проектов.

- осуществляет научно-техническую пропаганду новейших достижений науки и техники для оптимального развития ГМК и ТЭК.

- публикует научные труды на государственном, русском и других языках в казахстанских и зарубежных изданиях;

- осуществляет издательскую деятельность;

- организует, проводит и участвует в республиканских и международных выставках, ярмарках, аукционах, симпозиумах, семинарах.

В числе заказчиков и партнеров «ИГД им. Д.А. Кунаева»:

государство в лице министерств и ведомств,

все отечественные горно-металлургические предприятия и университеты, включая Almaty Management University; Актюбинский университет им.С.Баишева;АКФ ПИТ;АО «ССГПО»;АО «Казцинк»;АО «Казахалтын»; АО «Варваринское»; АО «Костанайские минералы»; ВНИИЦветмет (Усть-Каменогорск); Донской ГОК – филиала АО «ТНК Казхром»; Карагандинский государствен-

ный технический университет; КазНУ им.аль-Фараби; Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева; ТОО «ГидроМастер»; ТОО «Евразия-Электрокомплект»; ТОО “NOVA - Цинк”; ТОО «НИПИ «Казтехпроект»; ТОО «Научный центр «Горная технология»; ТОО «Скай-Энерджи»; ТОО «Корпорация Казахмыс»; ТОО ЦеЛСИМ; ТОО «Nova Цинк»; ТОО «Коммерческий центр ERG; ТОО «Восход-Oriel»; ОАО «Ураласбест».

зарубежные организации: Австрия – Шаубергер, Парижская Высшая горная школа; США - Пенсильвания, Институт нефти и газа; Университет Токио; Белорусский государственный университет; Институт геофизики и инженерной сейсмологии им А. Назарова, НАН РА; ИГД-Россия; ИПКОН РАН; Институт «Физики и механики горных пород» НАН КР; Институт геомеханики и освоения недр НАН КР; Институт горного дела СО РАН; Институт горного дела УрО РАН и Уральский государственный горный университет; Институт «НИИпроектасбест»; Институт проблем комплексного освоения недр РАН; Институт экономики, организации и планирования НТЦ - НИИОГР; Кыргызско-Российский славянский университет; Кульджинский педагогический университет (КНР); КГУСТА им. Н.Исанова ; Кыргызско-Российский Славянский университет им.Ельцина ; Магнитогорский государственный технический университет им. Носова; Московский государственный горный университет ; МГИ НИТУ МИСиС; НИИ «ВИОГЕМ»; Национальный центр инноваций и предпринимательства Министерства экономики РА; ОАО «Механобр-Техника» ; Российский университет дружбы народов; Южный институт природопользования и геотехнологии Кыргызского государственного технического университета им. Р.Раззакова.

KAINAR JOURNAL
INFORMATION
БАКАЛАВРИАТ
МАГИСТРАТУРА
■ ЮРИСПРУДЕНЦИЯ
■ ФИНАНСЫ
■ ПСИХОЛОГИЯ
■ ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ
■ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
■ ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, ДВИЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА
■ КАЗАХСКИЙ ЯЗЫК И ЛИТЕРАТУРА
■ УЧЕТ И АУДИТ
■ МЕНЕДЖМЕНТ
■ ЭКОНОМИКА
■ ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК: ДВА ИНОСТР. ЯЗ
■ ЖУРНАЛИСТИКА
■ КАЗАХСКИЙ ЯЗЫК И ЛИТЕРАТУРА
■ ПСИХОЛОГИЯ
■ ЮРИСПРУДЕНЦИЯ
■ МЕНЕДЖМЕНТ
■ ФИНАНСЫ
■ ЭКОНОМИКА
CALL CENTER
+7 (707) 255 86 73
+7 (707) 267 62 79
+7 (727) 255 84 58
МЫ ЖДЕМ ВАС ПО АДРЕСУ
Г. АЛМАТЫ, САТПАЕВА 7А

Е.Г.ГИЛАЖОВ, А.А. АРОНОВА, С.А.ИЗГАЛИЕВ, Н.Н.СЕБЕПКАЛИЕВА

ЭФФЕКТИВНОСТИ ОКСИГЕНАТОВ НА ПОВЫШЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА УЗК

Среди проблем, связанных с антропогенным воздействием технического прогресса на окружающую среду, проблема сокращения вредных выбросов в атмосферу автомобильным транспортом занимает первое место [1-2].Согласно требованиям Технического регламента на топлива Таможенного союза, использование металлосодержащих присадок с 2015 года полностью прекращено , поэтому большой интерес в качестве антидетонационной присадки представляют неметаллические соединения, а прежде всего оксигенаты.

Переход на неэтилированные топлива не только предотвращает эмиссию свинца с продуктами сгорания, но и сокращает на 60-90 % другие вредные выбросы путем использования каталитических нейтрализаторов, для которых свинец является ядом. Кроме того, в этом случае возможно поддержание состава топливно-воздушной смеси, близкое к стехиометрическому, что обеспечивает такие оптимальные характеристики бензина, как плотность, вязкость, испаряемость, углеводородный состав, которые практически не влияют на токсичность отходящих газов. Но отказ от этилирования влечет за собой проблемы, связанные с обеспечением требуемого октанового числа бензина [1-4].

Добавление оксигенатов повышает детонационную стойкость, особенно легких фракций, полноту сгорания бензина, снижает расход топлива и уменьшает токсичность выхлопных газов. Рекомендуемая концентрация оксигенатов в бензинах составляет 3-15% и выбирается с таким расчетом, чтобы содержание кислорода в топливе не превышало 2,7%. Установлено, что такое количество оксигенатов, несмотря на их более низкую по сравнению с бензином теплотворную способность, не оказывает отрицательного влияния на мощностные характеристики двигателей.

Кислородсодержащие присадки представлены сложными и простыми эфирами монокарбоновых кислот, высшими спиртами, окисленными фракциями углеводородов, содержащими смеси кислот, спиртов и эфиров, оксиэтилированными соединениями. Наиболее перспективными среди них, как показал опыт их использования, оказались кислородсодержащие добавки, или оксигенаты: метанол метил-трет-бутиловый (МТБЭ), метил-трет-амиловый эфиры (МТАЭ) и др. [5-7].

В то же время до сих пор не исследовано антидетонационное свойства третичных ацетиленовых спиртов. Третичные ацетиленовые спирты интересны тем, что они как все известные антидетонаторы в составе молекулы имеют третичные алкильные радикалы, гидроксильный радикал и ацетиленовую непредельную группу. Поэтому исследование и разработка новых кислородсодержащих присадок повышающих октановое число бензина на основе третичных ацетиленовых спиртов является инновационным и весьма актуальным.

ГИЛАЖОВ Е.Г.

Академик КазНАЕН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НАО «Атырауского университета нефти и газа».

Имеет 206 научных работ, 19 патентов, 9 монографии, 2 учебное пособие посвященная актуальным проблемам нефтехимии, региональной экологии нефтегазодобычи, подготовки студентов нефтяных и химико-технологических вузов.

ИЗГАЛИЕВ С.А.

Младший научный сотрудник НАО «Атырауского университета нефти и газа».

СЕПЕБКАЛИЕВА Н.Н.

Заместитель заведующего кафедры «Химия и химическая технология» НАО «Атырауского университета нефти и газа».