

Акционерное общество  
«Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»



## **МАТЕРИАЛЫ**

**Международной научной конференции  
«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»,  
посвященной 75-летию Института химических наук  
им. А.Б. Бектурова и 120-летию  
академика АН КазССР А.Б. Бектурова**

**Алматы, 2023**

ӘӨЖ (УДК) 546+547+66.095.26+665.61

КБЖ (БК) 24

ISBN \_\_\_\_\_

Бас редактор

ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, т.ғ.д., профессор Жүсіпбеков Ә.Ж.

Жауапты редактор

х.ғ.д., профессор Кадирбеков К.А.

Құрастырған:

Есеркеева Н.Н., Қайнарбаева Ж.Н., Капустина Л.И., Югай О.К.

**Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институтының 75 жылдығы және ҚазССР ҒА академигі Ә.Б. Бектұровтың 120 жылдық мерейтойына арналған «ХИМИЯ ҒЫЛЫМЫН, ТЕХНОЛОГИЯНЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯНЫ ДАМУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ БАҒЫТТАРЫ» атты Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары. – Алматы, 2023.**

Главный редактор

Член-корреспондент НАН РК, д.т.н., профессор Джусипбеков У.Ж.

Ответственный редактор

д.х.н., профессор Кадирбеков К.А.

Составители:

Есеркеева Н.Н., Қайнарбаева Ж.Н., Капустина Л.И., Югай О.К.

Материалы Международной научной конференции **«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»**, посвященной 75-летию Института химических наук им. А.Б. Бектұрова и 120-летию академика АН КазССР А.Б. Бектұрова. – Алматы, 2023.

*Издание подготовлено к печати при финансовой поддержке МНВО РК,  
ПЦФ BR18574042*

ISBN \_\_\_\_\_

© «Институт химических наук им. А.Б. Бектұрова», 2023

**Страницы истории АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»**

---

Институт химических наук организован в мае 1945 года на базе химических лабораторий Химико-металлургического института (Постановление СНК КазССР №689 от 06.12.1944 г. и Президиума КазФАН СССР №14 от 15.05.1945 г.) и в 1946 году вместе с другими научно-исследовательскими институтами вошел в состав организованной Академии наук Казахской ССР.

Первым директором Института в 1945 г. назначен доктор химических наук, профессор **Михаил Иванович Горяев** (1904–1981), один из учредителей АН КазССР, первый вице-президент АН КазССР и академик АН КазССР.

На момент создания Института в его структуре были следующие лаборатории:

- технологии растительного сырья (заведующий – М.И. Горяев);
- минеральных удобрений (заведующий – А.Б. Бектуров);
- органического синтеза (заведующий – И.Н. Азербайев);
- нефти (заведующий – С.Р. Рафиков);
- физической химии (заведующий – М.И. Усанович);
- органического катализа (заведующий – Д.В. Сокольский);
- аналитической химии (заведующий – М.Т. Козловский).

Под руководством академика М.И. Горяева, в лаборатории которую он возглавлял, были развернуты фундаментальные и прикладные исследования химического состава технических и дикорастущих растений с целью расширения сырьевой базы пищевой, парфюмерной, химико-фармацевтической и гидролизной промышленности. Данное направление стало одним из основных на многие десятилетия в тематике сотрудников этой лаборатории.

Многоплановые научно-исследовательские работы под руководством академика М.И. Горяева и его учеников проводились по следующим направлениям:

- фитохимические исследования эфирных масел дикорастущей флоры Казахстана, Средней Азии, Монголии, промышленных эфирных масел Грузии, Украины, Кыргызстана;
- исследование жирных и нафтеновых кислот, синтез на их основе биологически и поверхностно-активных веществ;
- изучение синтетических превращений терпеноидов, дитерпеноидов, фитостеринов, сапониностероидов, алкалоидов, пренильных соединений, лактонов, выделяемых из растительного сырья;
- изучение микробиологических методов получения ферментов и исследование их физико-химических свойств;
- развитие ферментной инженерии, направленной на создание биокатализаторов с новыми полезными для техники свойствами.
- создание технологий получения кормовой клетчатки, кератинсодержащего белка из отходов птицеводства.

Под руководством академика АН КазССР М.И. Горяева, а затем и его учеников, были организованы десятки научных экспедиций по сбору и изучению

химического состава эфирноносных, алкалоидоносных, дубильных, сапониноносных растений дикорастущей флоры. Итог экспедиционных работ – это 120 эфирных масел растений флоры Казахстана, большая часть которых принадлежала к видам полыни и являлась камфароносами. Кроме того, было выявлено примерно 20 видов полыни, которые имели промышленное содержание сантонина. Некоторые вид полыни были богаты азуленами и другими полезными компонентами. По всем перспективным лекарственным растениям был определен химический состав эфирных масел, применяемых как в официальной, так и в народной медицине. При этом впервые были использованы современные на этот момент хроматографические методы для исследования природных соединений, а также разработаны и успешно внедрены методы газожидкостной и жидкостной хроматографии для контроля производства эфирных масел и алкалоидов.

Под руководством академика АН КазССР М.И. Горяева проводились исследования эфирных масел, выпускаемых промышленными предприятиями, что позволило создать и внедрить на Алматинском ликероводочном заводе оригинальный по составу «Казахстанский бальзам».

В результате исследований физиологически активных компонентов эфирных масел, были получены данные о биологических свойствах ряда растений, а также предложены и разработаны препараты для применения в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

Под руководством академика М.И. Горяева проводились исследования по использованию природного сырья из отходов сельскохозяйственного производства для создания кормовых белков, белково-жирового концентрата и кормовой клетчатки. Технология получения кормовой клетчатки была внедрена в различных животноводческих хозяйствах Казахстана. Кроме того, была создана технология получения белково-жирового концентрата, используемого в качестве добавки в рацион кормов животных. Данная добавка широко использовалась в хозяйствах Казахстана, Киргизии, Украины и Белоруссии.

Михаил Иванович Горяев оставил после себя не только научные труды и инновационные технологии получения важных для народного хозяйства продуктов, но и исследовательскую школу, основные направления которой были продолжены его многочисленными учениками.

Успешная и плодотворная научная, научно-организационная и общественная деятельность академика М.И. Горяева отмечена орденами «Ленина», «Октябрьской Революции», «Трудового Красного Знамени», «Знак Почета» (1945) и многими медалями и грамотами Верховного Совета КазССР, Президиума АН СССР и АН КазССР, республиканского общества «Знание», ВДНХ. Ему присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки Казахской ССР.

В целях увековечения памяти одного из учредителей Академии наук Республики Казахстан, Заслуженного деятеля науки, академика АН КазССР Михаила Ивановича Горяева на здании Института и на доме, где долгие годы жил и работал

ученый, установлены мемориальные доски, малому конференц-залу Института присвоено его имя.

Руководством Академии наук КазССР в Алма-Ату для работы в Институте химических наук были приглашены такие известные ученые, как **С.Р. Рафиков, М.И. Усанович, Д.В. Сокольский, М.Т. Козловский, В.В. Стендер, А.А. Глаголев** и др. Они стали основоположниками научных направлений и школ в республике. Впоследствии их ученики продолжили исследования по данным направлениям и добились выдающихся результатов, и признания в научном мире.

Решение кадрового вопроса руководство Института химических наук в первую очередь возлагало на химический факультет КазГУ и его декана **Батырбека Ахметовича Беремжанова** – заведующего кафедрой неорганической химии КазГУ, члена-корреспондента АН КазССР, заслуженного деятеля науки КазССР, доктора химических наук, профессора. Многие годы (1953–1980) выдающийся наставник и учёный «давал путёвку в мир науки» молодым выпускникам химического факультета, которые впоследствии стали кандидатами и докторами химических наук по различным направлениям химии и химической технологии.

В 1946 г. Институт возглавил академик АН КазССР, доктор технических наук, профессор **Абикен Бектурович Бектуров** (1901–1985).

Под его руководством в одной из первых лабораторий института – лаборатории минеральных удобрений – были начаты исследования по переработке минеральных ресурсов республики на минеральные удобрения и неорганические материалы, востребованные как аграрным сектором экономики, так и промышленностью.

А.Б. Бектуровым спеканием фосфорита с аральским сульфатом в присутствии угля Ленгерского месторождения был получен фосфорнокислый тук, не уступающий термофосфатам из хибинских апатитов. В дальнейшем под его руководством усилия специалистов неорганического отдела Института были направлены на выявление оптимальных условий получения термофосфатов. Совокупность систематизированных данных была использована при отработке условий производства термофосфатов на полупромышленных установках. Совместно с сотрудниками Института металлургии и обогащения АН КазССР и кафедры неорганической химии Казахского Государственного университета проверялись разные варианты, в том числе и процесс термообработки на агломерационных установках, применяемых в черной и цветной металлургии для спекания порошкообразных руд и концентратов. Полупромышленные опыты, которые проводились на Гороблагодатском аглокомбинате и комбинате «Южуралникель», позволили изучить все факторы, влияющие на процесс спекания фосфатно-сульфатных шихт. Было выявлено, что основную роль играет крупность помола материалов шихты, и определён допустимый предел помола в технологическом процессе. Специалисты предложили проводить процесс в две стадии, что позволило поднять скорость спекания в 2–2,5 раза, а степень превращения фосфатного вещества в усвояемую форму при этом составила 90–95%. Ещё один немаловажный фактор,

который был установлен при этих испытаниях, – это возможность замены до 60% сульфата натрия на менее дефицитный сульфатный материал – астраханит.

В итоге к 1953 г. было наработано 300 т термофосфата, отправленных на опытные сельскохозяйственные угодья для выявления агрохимической эффективности этого удобрения. На 43 опытных станциях в различных климатических и почвенных условиях на различных культурах на протяжении 1954-1955 гг. отмечались показатели эффективности предложенного продукта. Сопоставительный анализ данных показал, что термофосфат в отличие от простого суперфосфата при близких данных по влиянию на урожайность в первый год внесения обладает значительным периодом последствия, сохраняя свою эффективность на протяжении 2-3 лет.

Во второй половине 1950-х годов поиск бескислотных способов переработки фосфоритов Каратау продолжался в двух направлениях: сотрудники НИУИФа осуществляли передел этого сырья без добавок, приняв вариант плавления, а сотрудники под руководством А.Б. Бектурова – твердофазный, с добавками местных солей и угля. В конечном счёте, промышленные испытания термофосфатного процесса были проведены в 1964 г. в Сас-Тюбе на типовой цементной вращающейся печи без реконструкции оборудования.

Испытания технологии получения термофосфатов – яркий пример продвижения идей учёных по пути внедрения в производство, отвечающий первостепенным задачам, которые выдвигала партия перед наукой в те годы. В частности, в решении декабрьского (1963 г.) Пленума ЦК КПСС, на котором была принята Программа развития большой химии, указывалось на необходимость более энергичного освоения минеральных ресурсов Казахстана с целью увеличения производства минеральных удобрений, химических средств защиты растений и других химических продуктов для растениеводства.

Испытания технологии получения термофосфатов нашли своё логическое продолжение в реализации высокотемпературного процесса в расплавах и кислотно-термической переработки фосфоритов.

Нельзя оставить без внимания технологию плавленых магниевых фосфатов. В результате многоплановых исследований химизма протекающих в расплавах процессов, различных вариантов шихты, конструктивных особенностей печи полупромышленные испытания были проведены на стендовой печи Института энергетики АН КазССР с производительностью 10 т в сутки. Установка обеспечивала непрерывный процесс плавления шихты в циклоне с периодическим выпуском плава в гранулятор. Полученный плавленый магниезиальный обесфторенный фосфат содержал 24–25% лимонно-растворимой  $P_2O_5$ , 3–5%  $MgO$  и менее 0,2% F. Разработанная и апробированная технологическая схема получения плавленых фосфатов была в дальнейшем реализована на опытной циклонной печи Джамбулского суперфосфатного завода.

Внедрение технологии получения обесфторенных фосфатов как кормовых добавок – одна из наиболее примечательных страниц истории Института химических



наук. В разработке этой технологии прослеживается когнитивный аспект в поиске рационального зерна из массива накопленных знаний по термическим процессам переработки фосфоритов, как в мировой, так и в казахстанской науке. Использование циклонных печей для термической переработки фосфатного сырья позволило установить тот факт, что получаемые плавленные фосфаты были обесфторенными. Появилась идея получать обесфторенные фосфаты как кормовые добавки с использованием фосфоритов Каратау. Над воплощением этой идеи и разработкой технологической схемы трудились сотрудники многих организаций: Института энергетики АН КазССР, Института химических наук АН КазССР, КазГипроНИИХИММАШ, ДСЗ, НИУИФ, Московского энергетического института (МЭИ), Техэнергохимпрома и др.

Основной задачей на первом этапе, которую решали сотрудники МЭИ, было определение оптимальных конструктивных решений и создание работоспособного аппарата при плавлении фосфоритов. Затем на стендовых циклонных установках ИХН АН КазССР, МЭИ и НИУИФ был получен продукт, содержащий не более 0,2% фтора, растворимый в 0,4% HCl, с хорошими физическими свойствами – рассыпчатый, негигроскопичный, не теряющий своих качеств при длительном хранении.

Дальнейшие испытания процесса осуществлялись на опытной установке ДСЗ с циклонной печью, целью которых была проверка и доработка конструктивных элементов установки и контроль всех этапов технологической схемы в условиях максимально приближенных к производству. Одним из важных параметров технологической схемы является температура расплава на выходе из циклона, её поддерживали в пределах 1480–1500°C, в результате чего во всех проведенных опытах процесс обесфторивания проходил стабильно, что является необходимым условием при промышленном производстве. Одновременно решался кадровый вопрос – обучение и подготовка специалистов для нового производства. Кроме того, проводилась многоплановая работа по созданию работоспособной схемы контрольно-измерительных приборов, систем регулирования основных технологических процессов.

Знаменательной вехой научно-технических исследований сотрудников и технологов многих учреждений страны, в том числе и коллектива Института химических наук под руководством академика АН КазССР А.Б. Бектурова, стал запуск в сентябре 1966 г. первого агрегата по производству кормовых добавок на Джамбулском суперфосфатном заводе. На основании этих результатов на ДСЗ впервые в мировой практике был построен цех по производству кормовых обесфторенных фосфатов.

Академику А.Б. Бектурову было присвоено звание Заслуженного деятеля науки Казахской ССР, он награжден орденами Ленина, Октябрьской революции и Знак Почета, многими медалями и почетными грамотами. Его имя включено в справочник 1968 г. «Кто есть кто в мировой науке».

Выражением признания научной общественностью плодотворной деятельности великого ученого, академика АН КазССР А.Б. Бектурова, заложившего основы химической науки в Казахстане, явилось присвоение в 1991 г. Институту химических наук его имени и установление мемориальных досок на фасаде здания Института и на доме, где он жил. Его именем также названы улицы в Алматы и Павлодаре.

Инновационные разработки, их внедрение в производство, государственные награды и академические звания можно выделить не только в первые десятилетия развития Института, но и в последующие годы, когда Институт возглавляли выдающиеся учёные и организаторы науки **академики НАН РК Булат Ахметович Жубанов (1968–1988) и Едил Ергожаевич Ергожин (1988–2020)**.

За два десятилетия под руководством Б.А. Жубанова на фоне бурного развития химической промышленности страны произошел значительный рост научного и технического потенциала Института. В несколько раз увеличилась численность сотрудников, были открыты новые научные лаборатории и вспомогательные подразделения. Институты Академии наук КазССР получили в распоряжение опытно-производственную базу. Таким образом, появилась возможность апробировать разработанные в лабораторных условиях технологии на опытно-производственной базе Академии наук КазССР. Инновационные разработки сотрудников Института были внедрены или прошли опытно-промышленные испытания на различных химических предприятиях страны. Так, технология переработки таллиевой амальгамы была внедрена на заводе в г. Клин, апробированы способ получения листового белого шлакоситалла на Константиновском заводе «Автостекло» и технология никотиновой кислоты на витаминном заводе г. Умань, на Алматинском электромеханическом заводе были внедрены электродиализные опреснительные установки.

За работу «Разработка и внедрение в народное хозяйство электродиализных опреснительных установок серии ЭДУ» д.х.н. Е.Е. Ергожину (научный руководитель), Ф.Б. Альжанову, Ю.Г. Валиеву, Л.А. Шишлянникову, А.А. Цхай и к.т.н. Ф.Т. Шостаку в 1982 г. была присуждена Государственная премия Казахской ССР в области науки и техники.

Государственные премии Казахской ССР в области науки и техники были присуждены в 1984 г. академику АН Каз ССР Б.А.Жубанову (научный руководитель) и д.х.н., профессору К.М. Гибову, А.В. Красникову, Э.К. Кондрашову, С.К. Касымбекову за создание огнезащитных полимерных материалов для нужд народного хозяйства, а в 1987 г. – члену-корреспонденту АН КазССР Е.А. Бектурову (научный руководитель), к.х.н. З.Х. Бакауовой, Л.А. Бимендиной, С. Кудайбергенову и Р.Е. Легкунец за цикл монографий «Водорастворимые полимеры и их комплексы», опубликованных в 1975–1983 гг.

Лауреатами премии Совета Министров СССР в области науки и техники в 1983 г. стали академик АН КазССР, член-корреспондент АН СССР С.Р. Рафиков (научный руководитель), к.х.н. В.Г. Гуцалюк и А.Я. Светов, А.Г. Гумеров, Ш.Н. Ахатов, А.Х. Амирханов, В.И. Ионов, А.В. Чекин за разработку



высокоэффективного изоляционного покрытия для магистральных трубопроводов «Пластобит-2М».

В 1985 г. группа сотрудников Института – д.х.н., профессор Д.В. Соколов (научный руководитель), к.х.н. – Ю.Г. Босяков, К.Д. Пралиев и Ж.И. Исин, Е.А. Виноградов, к.б.н. В.М. Куриленко, Э.А. Тетеньчук и Ж.Н. Хлиенко – за создание, промышленное освоение производства и внедрение в медицинскую практику отечественного оригинального лекарственного средства Цефедрина, антидепрессанта нового поколения, получила премию Совета Министров КазССР в области науки и техники.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 13 марта 1969 г. за успехи в развитии науки и подготовку высококвалифицированных кадров Институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В истории Института есть страница, посвященная XI Менделеевскому съезду по общей и прикладной химии, который состоялся в 1975 г. в Алма-Ате. Сотрудники Института принимали активное участие в подготовке и проведении этого мероприятия.

Последующие десятилетия развития Института, когда им руководил академик НАН РК Е.Е. Ергожин, пришлось на период распада Советского Союза и приобретения Казахстаном своей независимости. В условиях экономического спада и потери налаженного научного сотрудничества в пространстве СНГ руководство Института приняло решение, направленное на укрупнение тематики научных исследований и реорганизацию лабораторий. Несмотря на такое вынужденное решение, коллектив Института сохранил научный и кадровый потенциал и смог сконцентрировать усилия на развитии перспективных научных направлений и добиться значительных результатов, отмеченных впоследствии правительством Республики. Так, в 2003 г. академик НАН РК К.Д. Пралиев, д.х.н., профессора Б.Ж. Джиембаев, М.П. Ирисметов, д.м.н., профессор Г.М. Пичхадзе, д.ф.н., профессор Т.А. Арыстанова, д.х.н., профессор Д.В. Соколов (посмертно) и к.х.н. В.К. Ю стали лауреатами Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования за работу «Разработка, создание и внедрение новых оригинальных отечественных лекарственных средств из синтетического и растительного сырья Казахстана». Кроме того, многие учёные Института в этот период получили национальные и международные награды за вклад в развитие той или иной области химической науки.

С 2003 г. Институт издает «Химический журнал Казахстана», который в настоящее время индексируется в Базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), он также включён в «Перечень изданий рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности» (Приказ №844 от 29.12.2021 г.).

Большое значение во все годы существования Института уделялось воспитанию молодых учёных на примерах жизненного пути выдающихся корифеев

химической науки, стоявших у истоков становления Института, учителей многих поколений химиков, «генераторов идей», основоположников научных школ и направлений.

В знак глубокого уважения и памяти, за большой вклад в становление и развитие химической науки и образования Казахстана по решению Ученого совета института и правительства установлены мемориальные доски академикам АН Казахской ССР А.Б. Бектурову и М.И. Горяеву, академику АН Казахской ССР и члену-корреспонденту АН СССР С.Р.Рафикову, члену-корреспонденту АН Казахской ССР И.Н. Азербаяеву, академикам НАН РК Б.В. Суворову, Ш.Б. Батталовой, Б.А. Жубанову и Е.Е. Ергожину на фасаде здания института и домов, где они проживали.

Из года в год проводятся научные конференции, посвященные юбилейным датам, как Института, так и выдающихся учёных, чья жизнь и научная деятельность связана с флагом химической науки Казахстана, который отметил свой славный 75-летний юбилей. И опубликованные материалы Международной научной конференции «Перспективные направления развития химической науки, технологии и экологии», посвященной 75-летию Института химических наук им. А.Б. Бектурова и 120-летию академика АН КазССР А.Б. Бектурова – яркий тому пример.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АБДУКАМАЛОВ Ш. Д., НҮРДІЛЛАЕВА Р.Н., БАЕШОВ А.</b> Тұрақты токпен поляризацияланған титанның қышқылды сулы ортадағы еруі .	14
<b>АМАНКЕЛДІ Ф.Б., ОСПАНОВА Ж.Б.</b> Стабилизация пен наночастицами кремнезема с катионным и анионным ПАВ .	21
<b>АЛДАНОВ И. А., БЕКБОЛОВ А. Т., АХНИЯЗОВ Ж. Х., ТРЕНОВА А.Е.</b> Важность органических веществ в жизни человека.....	22
<b>АНУАРБЕКОВА И.Н., МУКАНОВА М.С., СЫЧЕВА Е.С.</b> Ацилирование бисароматических дитиокарбаматов .....	26
<b>БАЕШОВ А., БАЕШОВА А. К., ОРАЗ Ұ.Ә.</b> Разработка химического способа накопления электроэнергии с использованием потенциалов окислительно-восстановительных систем в водных растворах.....	29
<b>ДЖУМАДИЛОВ Т.К., ИМАНҒАЗЫ А.М., УТЕШЕВА А.А.</b> Селективное извлечение ионов церия интерполимерной системой из урансодержащего раствора .....	36
<b>ДЖУСИПБЕКОВ У.Ж., НУРГАЛИЕВА Г.О., БАЯХМЕТОВА З.К., АКСАКАЛОВА У. Б.</b> Перспективный способ получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений .....	39
<b>ДЖУСИПБЕКОВ У.Ж., ЧЕРНЯКОВА Р.М., КАЙЫНБАЕВА Р.А., СУЛТАНБАЕВА Г.Ш., КОЖАБЕКОВА Н.Н.</b> Получение хлористого кальция из технической извести .....	43
<b>ДЖУСИПБЕКОВ У., УТЕЛБАЕВ Б., ТОРЕБЕКОВ У.</b> Использование замазученного грунта «Озенмунайгаз» .....	47
<b>ЕРЛАН Г.Е., ТЮСЮПОВА Б.Б., ТӘЖІБАЕВА С.М., МҰСАБЕКОВ Қ.Б.</b> Инсулинді инкапсуляциялауда қолданылатын матрицалардың реологиялық сипаттамаларын зерттеу .....	49
<b>ЕГАМЕДИЕВ С.Х., ХУЖАЕВ С., ТУРАБОЕВ А., РАЗЗАКОВА К.А.</b> Радиационно-модифицированный сорбент для генераторов $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ и $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ .....	51
<b>ZHUNUSBЕК А.А., DINISTANOVA В.К.</b> Capturing carbon dioxide in biocarbon sorbents based on rice husks for conversion to synthetic fuel.....	54

<b>ИСАБЕКОВА С.А., ИСМАИЛОВА А.Г.</b>	
Қалдықтардан сирек жер металдарының бөлінуі .....	56
<b>ИСАЕВА У.Б., АХМЕТОВА Г.С., ДАТХАЕВ У.М.</b>	
Синтез и биологическая активность фторбензойных эфиров 1-(2-этоксиэтил)-4-этинил-4-гидроксипиперидина .....	59
<b>КАДИРБЕКОВ К.А.</b>	
Концепция формирования нефтегазохимии в Казахстане .....	64
<b>КНАУДАРОВА S.S., КНАИТБАЕВ А.К., ШОКИРОВ М.Т.</b>	
Biological significance and areas of use of alginic acid and its derivatives .....	77
<b>ҚАЛДЫБАЕВА А.Б., Ю В.К., МАЛМАКОВА А.Е., ПРАЛИЕВ К.Д., ХАЙИТОВА М.Д.</b>	
Синтез и местноанестезирующая активность комплекса О-бензоилоксима 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1H-имидазол-1-ил)-пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она с β-циклодекстрином .....	80
<b>ҚОБЫЛАНДЫ А.А., ҚОЖАҒАЛИ М.А., АМАНЖОЛОВ М.М., ТРЕНОВА А.Е.</b>	
Химиялық өндірістегі экологиялық проблемалар.....	84
<b>КАБЫЛБЕКОВА А.Т., УНГАРБАЕВА А.С., САГИТОВА Г.Ф., ТІЛЕУБЕРДІ Е.</b>	
Полимерқұрамды тұрмыстық қалдықтардың битум тотықтыруға әсері .....	88
<b>КАИРБЕКОВ Ж., ДЖЕЛДЫБАЕВА И.М., СУЙМБАЕВА С.М., КАИРБЕКОВ А.Ж.</b>	
Влияние предварительного озонирования и φ-радиации на глубину гидрогенизаций угля месторождения Талдыколь.....	94
<b>КАЮКОВА Л., АПРАЛИЕВ., К.Д., ВОЛОГЖАНИНА А.В., БАЙТУРСЫНОВА Г.П., ЕРГАЛИЕВА Э.М., УЗАКОВА А.Б., ДЮСЕМБАЕВА Г.Т., ПИЧХАДЗЕ Г.М., БІСМІЛДА В.Л., ЧИНГИСОВА Л.Т., ШУЛЬГАУ З.Т., ГУЛЯЕВ А.Е., СЕРГАЗЫ Ш.Д.</b>	
Достижения в изучении реакционной способности и биологической активности лекарственноподобных производных β-аминопропиоамидоксимов .....	97
<b>КОВРИГИНА Т.В., ЧАЛОВ Т.К., ХАКИМБОЛАТОВА К.Х.</b>	
Сорбция ионов свинца (II) высокомолекулярными полифункциональными ионообменниками .....	107
<b>МАЙМЕКОВ З.К., САМБАЕВА Д.А.</b>	
Экологические проблемы и промышленная безопасность в области химических разработок .....	112

**МАКСАТОВА А.М., АХМЕТОВА Г.С., ДАТХАЕВ У.М.**

N-Фенетилпиперидин фрагментты күрделі эфирлер микробқа қарсы препараттар ретінде ..... 120

**МАКНКАМОВ В., GAFUROVA D.**

Adsorption of copper (II) in polyacrylonitrile (PAN) / (VMT) vermiculite composite materials ..... 123

**MUKHTOROV J.V., TURAGELDIEV Sh.J., TOSHOV Kh.S., KHAITBAEV Kh.**

Synthesis octyl mercaptobenzimidazole ..... 127

**НУРКЕНОВ О.А., ФАЗЫЛОВ С.Д., КУЛАКОВ И.В., КАРИПОВА Ж., СЕЙЛХАНОВ Т.М., МЕНДИБАЕВА А.Ж., НУРМАГАНБЕТОВ Ж.М.**

Синтез гидразонов изоникотиновой и салициловой кислот на основе бензо[G][1,3,5]оксадиазоцина..... 129

**РАМАЗАНОВА Э.Н., УСМАНОВ С., ЕСЕРКЕЕВА Н.Н., БАЛГЫН Т.**

Үш компонентті жүйедегі жаңа қос қосылыстың кристалдану аймағын анықтау 133

**СЫЧЕВА Е.С., МАРКИНА Д.Б., АНУАРБЕКОВА И.Н.,**

**МУКАНОВА Г.С., МУКАНОВА М.С.**

Влияние дитиокарбаматов натрия на всхожесть и морфологические показатели пшеницы ..... 136

**ТӨЛЕНДИНА М.Е., ДӘУЛЕТБАЙ А.**

Гумин қышқылының металдармен комплекстері..... 140

**ТУСУПКАЛИЕВ Е.А., БАИМБЕТОВ М.Н., ЖУМАГАЛИЕВ С.Ж., КАЙНАРБАЕВА Ж.Н.**

Масс-спектры и особенности фрагментации молекулярных ионов 2-,3-карбальдегид-бензопиррола при ионизации электронами..... 143

**УНГАРБАЕВА А.С., КАБЫЛБЕКОВА А.Т., САГИТОВА Г.Ф.,**

**ТІЛЕУБЕРДІ Е.**

Асфальтендерінің құрамы, қасиеттері, құрылымы және фракциялары ..... 147

**ХАРИТОНОВА В. Г., КУПРИЯНОВА Д. В., ДЯТЛОВ В.А., ХОТИНА И.А.**

Продукты присоединения высокомолекулярных спиртов к этил-2-цианакрилату по двойной связи и нанокапсулы на их основе ..... 154

**ХАРЛАМОВА Т.В.**

Направления синтетической модификации молекулы эмодаина на основе его монозамещенного производного, содержащего ацетонильный фрагмент ..... 157

## ТҰРАҚТЫ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН ТИТАННЫҢ ҚЫШҚЫЛДЫ СУЛЫ ОРТАДАҒЫ ЕРУІ

**Ш.Д. Абдукамалов<sup>1,2</sup>**

Ғылыми жетекші: х.ғ.к., профессор **Р.Н. Нүрділлаева<sup>1</sup>**

Ғылыми кеңесші: х.ғ.д., профессор **А. Баешов<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,  
Түркістан*

*<sup>2</sup>Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия  
институты АҚ, Алматы  
e-mail: shakhzad.abdukamalov@ayu.edu.kz*

**Түйіндеме.** Титан стоматология, ортопедия, бионика, авиация және космология, нанотехнология салаларында үлкен практикалық маңызға ие материал болып табылады. Берілген жұмыста титан-титан және титан-графит электрод жұптарының фторсутек қышқылды ортада тұрақты ток катысында электрохимиялық еруі зерттелді. Бірінші электрод жұбындағы анодтық еруге ток тығыздығының әсері, ал екінші жұптағы анодтық еруге фторсутек қышқылы концентрациясының, электролит температурасының және электролиз жүргізу уақытының әсері зерттелді: ток бойынша шығымға концентрацияның тура байланыспен, ток тығыздығының және температураның кері байланыспен әсер ететіні анықталды. Негізгі электрохимиялық параметрлердің әсеріне тәуелділігі бойынша анодтық және катодтық кеңістіктерде түзілетін иондарға сапалық және сандық талдау жасалып, электродтарда жүретін үрдістерге болжам жасалды. Алынған нәтижелер бойынша титан электродының электрохимиялық еруінің оңтайлы жағдайлары мен электродтық үрдістің реакция реті анықталды.

### **Кіріспе**

Титан – сұр түсті, жоғары температурада балқитын, иілгіштігі жоғары, жеңіл металл. Темірден 1,75 есе жеңіл, дегенмен беріктігі 4 есе жоғары [1]. Титан тұтқырлығы жоғары металл болғандықтан, өңдеу кезінде кескіш құрал бөлшектеріне жабысып қалуға бейім, сол себепті титанды кесу кезінде құралдар арнайы жабындарды, майлағыш материалдар жағуды қажет етеді [2].

Табиғатта титан тек төрт валентті және оттекті қосылыстар күйінде ғана кездеседі. Ол еркін түрде кездеспейді. Титан және алюминий рудаларының геохимиялық туыстығы бар. Титанбокситтерде және теңіздің сазды шөгінділерінде шоғырланған. Кейбір саздардың құрамында 30%-ға дейін  $TiO_2$  жинақталады. Титан минералдары атмосфералық әсерге төзімді және үгінділерде үлкен концентрациялар түзеді. Титанның жүзден астам минералы белгілі. Олардың ең маңыздылары: рутил  $TiO_2$ , ильменит  $FeTiO_3$ , титаномагнетит  $FeTiO_3 \cdot Fe_3O_4$ , перовскит  $CaTiO_3$ , титанит (сфен)  $CaTiSiO_5$  [3].



Қалыпты жағдайда ол оксидтік пленкамен қапталған, оның арқасында титан сілтілерден басқа көптеген орталарда коррозияға төзімді, дегенмен фторсутек қышқылының 1%-дық ерітіндісінің өзінде титан (III) фторидін түзе отырып қарқынды ериді, бұл ерекшелік титанның фторид иондарымен кешенді қосылыстар түзуімен түсіндіріледі [4].

Ә.Б. Баешов пен М.М. Сапиева еңбектерінде тұз қышқылы ерітіндісінде титан электродтарының мардымсыз ток бойынша шығыммен еритіндігін ( $3\text{MHC1}$ ;  $t = 30$  минут;  $i = 1000 \text{ A/m}^2$  кезінде 8%-дан аспайды), ал фторид-иондар қатысында ( $2\text{MHC1} + 7,5\text{г/лNaF}$ ) жиілігі 50 Гц айнымалы токпен поляризацияланған титан электродтары еруінің ток бойынша шығымның күрт өсетіндігін дәлелдеді. Ток тығыздығын  $150\text{-}300 \text{ A/m}^2$  аралығында арттырғанда ток бойынша шығымның күрт артып, одан әрі арттырғанда шығымның төмендейтінін анықтап, электролиз нәтижесінде титан (III) хлориді және фториді түзіледі деп жорамалдады. Ал титан еруінің ток бойынша шығымның 100%-дан асуын, оның теріс металл ретінде химиялық еруімен түсіндірді [5].

Ә.Б. Баешов, М.М. Сапиева В.И. Вигдорович және Ғ.М. Изтілеуов жүргізген зерттеулерінде титан электродын тұрақты токта анодты поляризациялағанда, пластинканың беті жұқа тотық қабатын түзіп, пассивтеліп ерімейтінін, ал 50 Гц жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялағанда қарқынды еритінін анықтады. Осы қышқылдың құрамына фторид иондарды енгізгенде, ток тығыздығын  $250\text{-}1000 \text{ A/m}^2$  аралығында арттырған сайын, 50 Гц жиіліктегі айнымалы токта поляризацияланған титан электроды еруінің ток бойынша шығымы 65%-дан 10%-ға дейін төмендейтінін анықтады [6].

Осы зерттеулердің барлығы шеше алмай келе жатқан мәселе – титанды өндірістік қалдықтардан өндіру немесе рудалардан өндірудің арзан технологиясын жасау. Дегенмен Ә.Б. Баешовпен оның шәкірттерінің зерттеулерінің ғылыми жаңалығы – галогенидті ортада титанның айнымалы токпен поляризациялануы. Осыған орай, титан электродының галогенидті орталардағы электрохимиялық еру кинетикасы мен механизмін зерттеу қазіргі күні титан химиясындағы өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

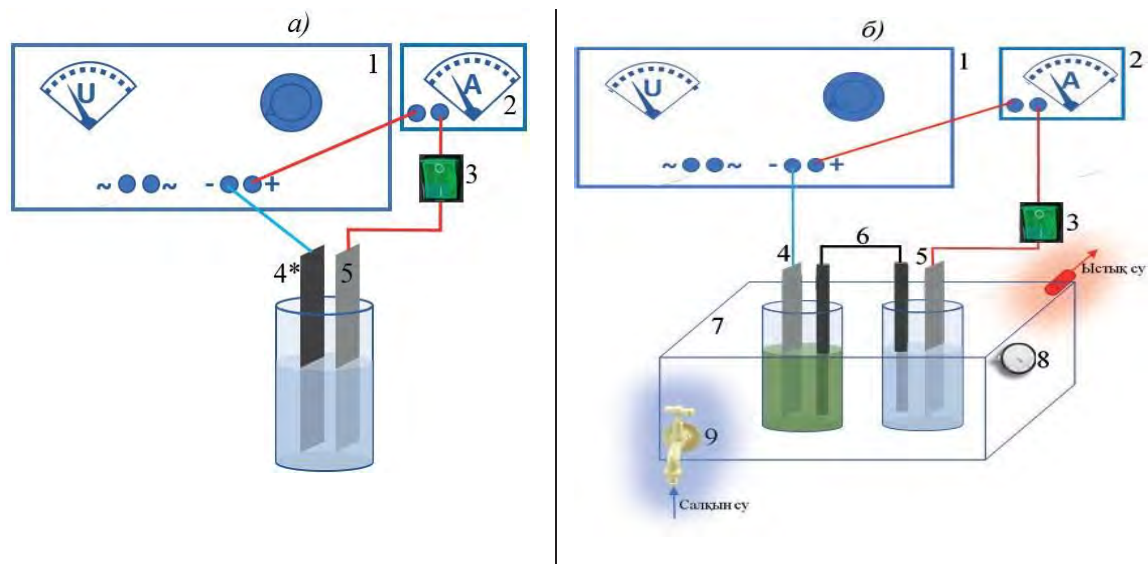
### **Эксперименттік бөлім**

Анодтағы титан еруінің ток бойынша шығымна – фторсутек концентрациясының, электролиз уақытының және температураның әсері зерттелді. Электрод ретінде қалыңдығы 1 мм, ені 18 мм титан (анод) және графит (катод) пластиналары қолданылды, әрқайсысының жеке ауданы –  $1,27 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Электролит ретінде фторсутек қышқылының сулы ерітіндісі қолданылды. Фторсутек қышқылының шынымен реакцияласу қабілетіне байланысты жұмыс пластикалық ыдыстарда жүргізілді. Электролиз жүргізген қондырғы 1а суретте көрсетілген.

Ал ток тығыздығының әсерін зерттеу барысында катодтың (химиялық) еруі де қоса зерттелді. Бұл мақсатты жүзеге асыру үшін электрод ретінде екі титан пластинасы қолданылды. Катодтық және анодтық кеңістіктерді бөлу мақсатында графитті көпірше пайдаланылды. Жоғарғы ток тығыздықтарында жүйе

температурасының артатындығы байқалды, температураны бірқалыпты ұстап отыру үшін мұздатқыш қолданылды (сурет 1б).

Әрбір тәжірибеден алдын және кейін электродтар дистилденген сумен шайылып, кептіріліп, салмақтары аналитикалық таразыда өлшенді. Алынған ерітіндіге сапалық және сандық талдау жасалды. Сандық талдау үшін перманганатометриялық титрлеу әдісі қолданылды.



1 – тұрақты ток көзі, 2 – амперметр, 3 – кілт, 4 – катод (\* – графитті катод) 5 – анод, 6 – графитті көпірше, 7 – мұздатқыш, 8 – термометр, 9 – кран

Сурет 1 – Электролиздеу құрылғысының схемасы

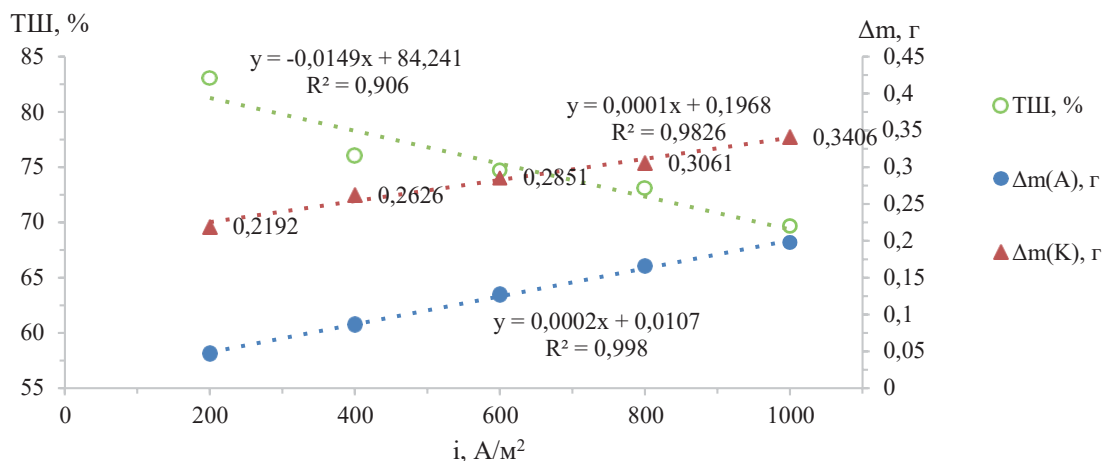
### Нәтижелер және талдау

Электрохимиялық реакция нәтижесінде катод және анод кеңістігінде алынған ерітінділерге сапалық талдау жүргізілді. Катод кеңістігінде титан (III) және титан (IV) иондары бар екені анықталды, бұл катод химиялық ерігенде түзілген титан (III) иондарының ауадағы оттегімен тотығуымен түсіндіріледі. Ал анодтық кеңістікте тек титан (IV) ионы ғана болды (сурет 2ә), бұл өзгешелікті электрохимиялық ұяшықтарда түзілген ерітінділердің түсінен де байқауға болады (сурет 2а).



Сурет 2 – Электролиз процесі (а) және анодтық кеңістікте түзілген ерітіндінің құрамына жасалған сапалық анализ нәтижесі (ә): 1) титан (II) ионы жоқ; 2) титан (III) ионы жоқ; 3) титан (IV) ионы бар (сары ерітінді)

Титан электроды 0,5 М фторсутек қышқылында тұрақты ток қатысында электрохимиялық еріді, ток тығыздығының ( $i$ ) ток бойынша шығымға (ТШ) әсері зерттелді, электролиз 30 минут жалғасты. Зерттеу нәтижесінде ток тығыздығын 200-1000 А/м<sup>2</sup> аралығында арттырғанда ток бойынша шығымның ~83%-дан ~70%-ға дейін төмендейтіні анықталды (сурет 3). Ток тығыздығы мен ТШ арасындағы кері байланыс ток тығыздығын арттырғанда оксидтік қабат түзілуінің артуымен түсіндіріледі.  $i < 200$  А/м<sup>2</sup> кезінде химиялық еру де орын алатындығы анықталды, бұл жеткіліксіз ток тығыздығында қышқыл әсерінің жоғары болуымен түсіндіріледі (сурет 7).



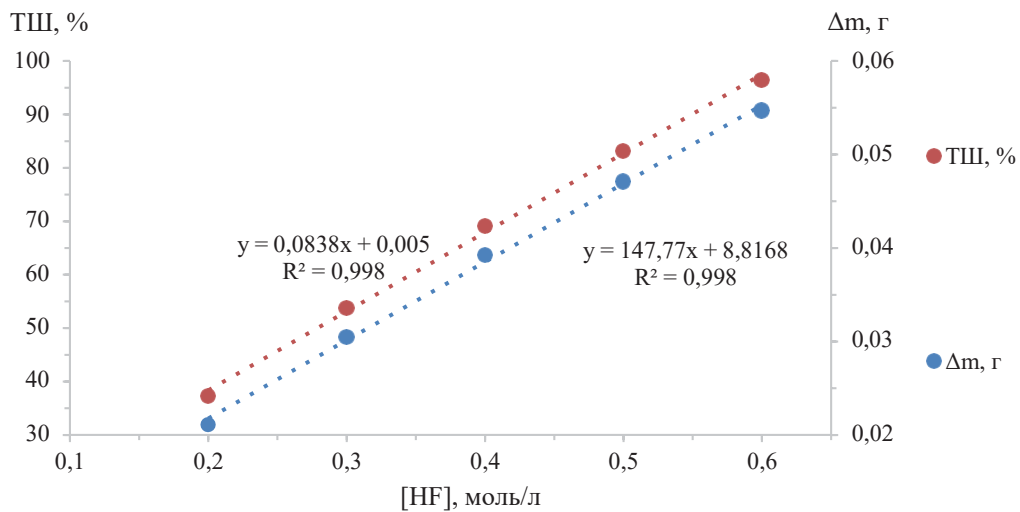
Сурет 3 - Титан фторсутекте анодтық ерігендегі ток бойынша шығымның ток тығыздығына тәуелділігінің графигі

Сонымен қатар ток тығыздығын 200-1000 А/м<sup>2</sup> аралығында арттырғанда катодтың химиялық еруі ~0,22 граммнан ~0,34 граммға артатыны анықталды, бұл ток тығыздығын жоғарылатқанда катодтағы қышқыл әсерінің артуымен түсіндіріледі (сурет 7). Ток тығыздығының кез келген мәнінде катодтық кеңістіктегі титан (III) және титан (IV) иондарының арақатынасы шамамен 3:7 қатынасында болды, яғни бастапқы түзілетін титан (III) иондарының шамамен 70%-ы электролиз аяқталғанға дейін төрт валентті титан иондарына тотығады.

Ток тығыздығы 200 А/м<sup>2</sup> кезіндегі ток бойынша шығымға фторсутек концентрациясының [HF] әсері зерттелді. Электролиз 30 минут жалғасты. Концентрацияны 0,2-0,6 моль/л аралығында өзгерткенде ток шығымы 37%-дан 96%-ға дейін артқан (сурет 4). Фторид иондар концентрациясының артуы титанның еруі үшін қолайлы жағдай жасайды. Осы тәуелдікке сәйкес реакцияның фторид иондары бойыншареттілігі 0,87-ге (~1) тең болатыны есептелді:

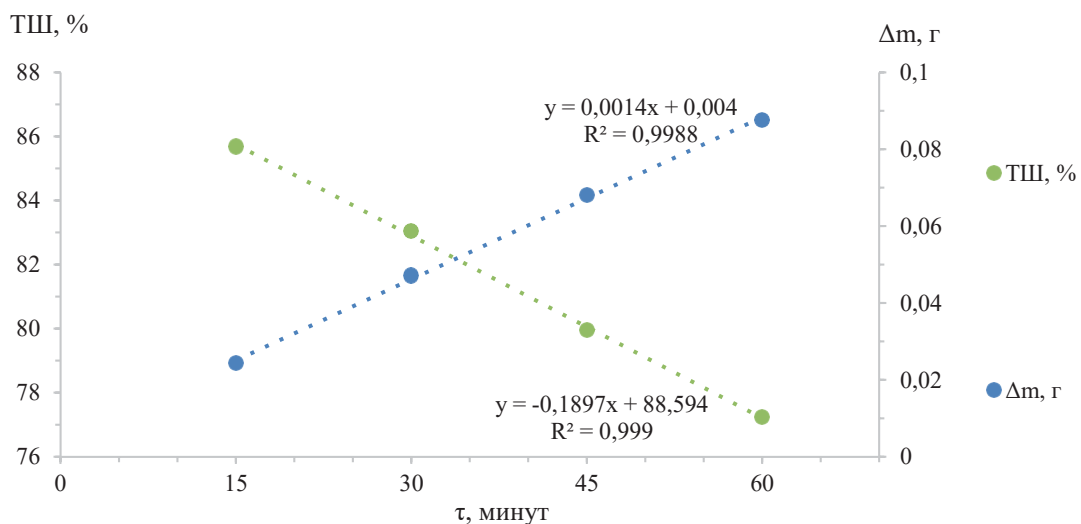
$$n = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 0,867$$

Ал [HF] > 0,6 моль/л болғанда қышқыл әсерінің жоғарылауына байланысты химиялық еру басталады.



Сурет 4 - Титан фторсутекте анодтық ерігендегі ток бойынша шығымның фторсутек концентрациясына тәуелділігінің графигі

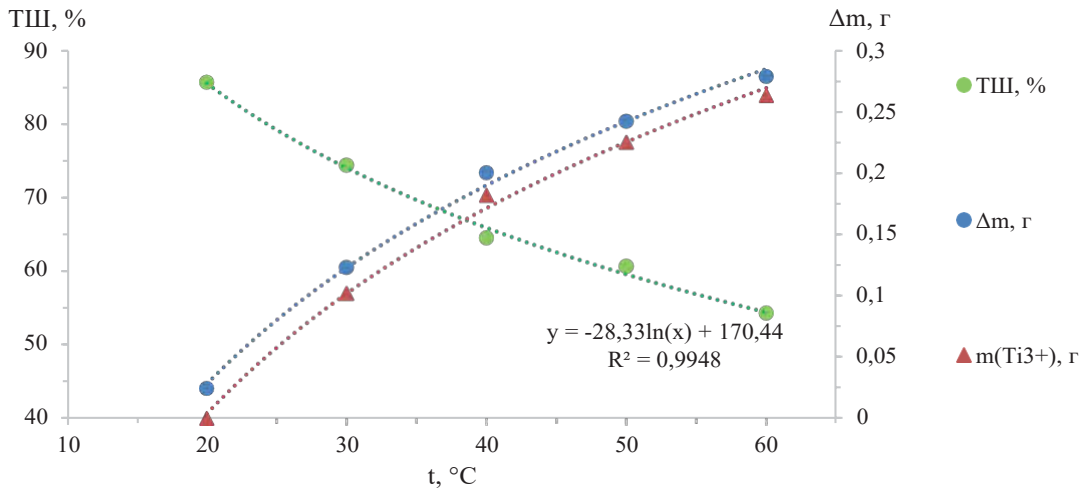
Ток тығыздығы  $200 \text{ А/м}^2$ , фторсутек концентрациясы  $0,5 \text{ моль/л}$  кезіндегі ток бойынша шығымға электролизуақытының ( $\tau$ ) әсері зерттелді. Уақытты 15–60 минут аралығында өзгерткенде ток шығымы 86%-дан 77%-ға дейін азайған (сурет 5). Бұл титанның еруіне ыңғайлы жағдай жасайтын фторсутек концентрациясының реакция жүру барысында төмендеуімен түсіндіріледі. Электролизді одан ұзақ уақыт жүргізгенде ТШ мәнінің өзгеру қарқыны төмендеген.



Сурет 5 - Титан фторсутекте анодтық ерігендегі ток бойынша шығымның электролиз уақытына тәуелділігінің графигі

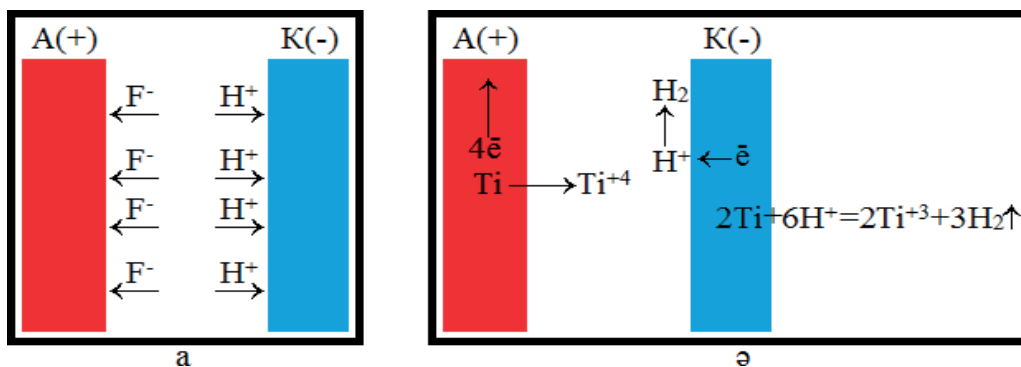
Ток тығыздығы  $200 \text{ А/м}^2$ , фторсутек концентрациясы  $0,5 \text{ моль/л}$  кезіндегі ток бойынша шығымға температураның ( $t$ ) әсері зерттелді. Электролиз 30 минут

жалғасты. Бөлме температурасында химиялық еру байқалмады. Температураны 20-60°C аралығында өзгерткенде химиялық еру қарқыны біртіндеп артуына байланысты анодтық еру үлесі төмендеген, яғни ток шығымы азайған (сурет 6).



Сурет 6 - Титан фторсутекте анодтық ерігендегі ток бойынша шығымның температураға тәуелділігінің графигі

Жеткілікті ток тығыздығында анодта химиялық ерудің жүрмейтін себебі – титанмен әрекеттесетін оң зарядталған сутегі иондары катодқа бағыттталып (сурет 6а), анодтағы қышқылдың концентрациясы оны ерітуге жеткіліксіз болады. Катод пен анодта жүретін реакциялар бә суретте келтірілген.



Сурет 7 – Электродтық процесстер: а – иондардың электродтарға бағыттталуы; ә – электродтарда жүретін реакциялар

### Қорытынды

Титан-титан және титан-графит электродтық жұптарының фторсутек қышқылды ортада тұрақты токпен поляризациялау арқылы электрохимиялық еру заңдылығы көрсетілді. Титан электродының еруінің ток бойынша шығымна негізгі параметрлердің әсері зерттелді. Бірінші электрод жұбындағы анодтық ерудің ең жоғары ток бойынша шығымна (83%) 200 А/м<sup>2</sup> ток тығыздығында анықталды, ток

тығыздығын одан төмендеткенде титанның химиялық еруі орын алды, ал  $1\ 000\ \text{А/м}^2$ -қа дейін жоғарылатқанда ТШ71%-ға дейін төмендеді. Катод ретінде қолданылған титан электродының химиялық еруі орын алып, оның ең жоғары мәні (~0,3г) ток тығыздығы  $1\ 000\ \text{А/м}^2$  кезінде байқалды. Сапалық және сандық анализ нәтижесі анод кеңістігінде тек титан (IV) иондарының, ал катод кеңістігінде 70% титан (III) және 30% титан (IV) иондарының түзілетінін көрсетті. Екінші электрод жұбында анодтық ерудің ТШ-ның ең жоғары мәні (96,5%) қышқыл концентрациясы 0,6 моль/л болғанда орын алды, концентрацияны одан әрі жоғарылатқанда химиялық ерудің жүретіні байқалды. Ал электролиз уақыты мен температура ТШ-ға кері әсер ететіні анықталды. Температураның кері әсері химиялық еруді кедергісімен түсіндірілді.

### Әдебиеттер

1. Коровин С.С., Дробот Д.В., Федоров П.И. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. Книга II. / Учебник для ВУЗов. - М.: \*МИСИС\*, 1999. - С. 11-103.
2. Лебедев В.А., Рогожников Д.А. Металлургия титана. / Учебное пособие. - Екатеринбург: УМЦУПИ, 2015. - 194 с.
3. CRC Handbook of Chemistry and Physics / D. R. Lide (Ed.). 90th edition. - CRC Press; Taylor and Francis, 2009. - 2828 p. - ISBN 1420090844.
4. Лучинский Г. П. Химия титана - Москва : Химия, 1971. - 472 с.
5. Башов Ә.Б., Сапиева М.М. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған титан электродтарының фторид иондары бар тұз қышқыл ерітіндісінде еруі // ҚазҰУ хабаршысы. - 2013. - № 1. - С. 36-41.
6. Башов Ә.Б., Сапиева М.М., Вигдорович В.И., Ізтілеуов Ғ.М. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған титанның құрамында фторид иондары бар фосфор қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті // ҚР ұлттық ғылым академиясының хабарлары. - 2014. - № 1. - С. 7-10.



## СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕН НАНОЧАСТИЦАМИ КРЕМНЕЗЕМА С КАТИОННЫМ И АНИОННЫМ ПАВ

**Ф.Б. Аманкелді**

Научный руководитель: **Ж.Б. Оспанова**, к.х.н., и.о. профессора  
*КазНУ им. аль-Фараби, Алматы*  
*e-mail: fariza.amankeldy@gmail.com*

**Аннотация.** Традиционно для приготовления и стабилизации пен использовались поверхностно-активные вещества. К сожалению, поверхностно-активные вещества не способны длительное время сохранять стабильность пены при наличии внешних воздействий из-за низкой энергии адгезии на границе раздела. В последние годы смеси наночастиц диоксида кремния и поверхностно-активных веществ широко и успешно использовались для стабилизации различных водных пен и эмульсий с текущими и потенциальными применениями в технологических процессах. Наночастицы могут улучшить характеристики пен на водной основе. Нам было интересно оценить и понять влияние наночастиц на свойства пен катионных и анионных ПАВ.

В данной работе были выбраны наночастицы кремнезема (Ludox) разных концентрации (1%, 3%, 6%). Были экспериментально исследованы характеристики пен, стабилизированных наночастицами кремнезема (Ludox) и двумя поверхностно-активными веществами, бромидом цетилтриметиламмония (СТАВ) и анионным додецилсульфатом натрия (SDS). Для дисперсии СТАВ/Ludox наночастицы улучшают статическую стабильность пены. Кроме того, за счет адсорбции катионных ПАВ на поверхности частицы становятся гидрофобными. Для дисперсии SDS/Ludox, даже если наночастицы были гидрофильными, стабильность пены все равно улучшалась, поскольку эти частицы вызывали застой в узле и замедляли дренаж. Более концентрированные дисперсии наночастиц обладали большей способностью задерживать дренаж жидкости и улучшать стабильность пены. Пены СТАВ/Ludox и SDS/Ludox также сохраняли свою динамическую стабильность за счет снижения дренажа пены. Эти результаты обеспечили теоретическую поддержку использования наночастиц в практических применениях, таких как флотация.

## **ВАЖНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

**И.А. Алданов, А.Т. Бекболов, Ж.Х. Ахниязов**

Научный руководитель: **Тренова А.Е.**, магистр

*Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, Актюбе*

*e-mail: trenova\_arai@mail.ru*

**Аннотация.** Органические вещества являются основой жизни на Земле и играют важную роль в жизненных процессах всех живых организмов. Они также имеют широкое применение в различных областях науки и технологии, включая производство пластмасс, лекарств, красителей, ароматизаторов и т.д. Изучение свойств и взаимодействия органических веществ помогает разрабатывать новые материалы и технологии, которые могут быть использованы в различных сферах человеческой жизни. Кроме того, органические вещества играют важную роль в экологии и охране окружающей среды, поскольку их исследование позволяет оценить степень загрязнения окружающей среды и принимать меры по ее защите и восстановлению. Таким образом, понимание важности органических веществ в жизни человека является важным для нашего понимания мира и развития науки и технологии в целом.

Органические вещества – это химические соединения, которые содержат углерод в своей молекуле, связанный с другими элементами, такими как водород, кислород, азот, сера и другие. Углерод является основным элементом, который образует огромное количество различных соединений, образующих основу жизни на Земле. Органические вещества могут быть произведены живыми организмами, такими как растения и животные, или синтезированы искусственно в химических лабораториях. Органические вещества имеют широкий спектр свойств и применений, и используются в различных областях, таких как медицина, пищевая промышленность, производство пластмасс, топливо и многое другое. Органические вещества играют важную роль в жизни человека, понимание их свойств и взаимодействий является важным для нашего понимания мира и развития науки и технологии в целом [1].

Органические вещества играют важную роль в жизни человека и могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на организм.

Положительное воздействие:

1. Углеводы являются основным источником энергии для организма. Они участвуют в процессах обмена веществ, обеспечивают работу мышц и нервной системы, поддерживают температуру тела.

2. Белки являются строительным материалом организма, участвуют в формировании клеток и тканей, а также в процессах обмена веществ.

3. Жиры являются источником энергии, участвуют в обмене веществ, защищают органы от повреждений.

Отрицательное воздействие:

1. Токсичные органические вещества могут проникать в организм человека через пищу, воду, воздух и т.д. Они могут вызывать различные заболевания и отравления, в том числе онкологические заболевания.

2. Аллергены – некоторые органические вещества могут вызывать аллергические реакции, например, на продукты питания, пыль, пыльцу растений и т.д.

3. Гормональные нарушения – некоторые органические вещества могут влиять на гормональный баланс в организме.

Органические вещества могут содержать различные витамины и минералы, которые являются необходимыми для нормального функционирования организма человека. Ниже приведены некоторые примеры:

1. Витамин С (аскорбиновая кислота) содержится во многих фруктах и овощах, таких как апельсины, лимоны, грейпфруты, клубника, киви, брокколи и т.д. Витамин С участвует в многих процессах в организме, включая защиту от свободных радикалов, улучшение иммунитета и усвоение железа.

2. Витамин D может быть получен из солнечного света и содержится в некоторых продуктах, таких как жирная рыба, яичный желток, молочные и зерновые продукты. Витамин D необходим для здоровья костей и зубов, а также для поддержания иммунной системы.

3. Кальций является важным минералом для формирования костей и зубов, а также для поддержания здоровья мышц и нервной системы. Кальций содержится в молочных продуктах, твердых сортах сыра, темно-зеленых овощах и т.д.

4. Железо необходимо для производства гемоглобина, который переносит кислород в организме. Железо содержится в мясе, птице, рыбе, орехах и зеленых овощах [2].

Органические вещества обеспечивают энергию организма за счет процесса окисления. Окисление органических веществ происходит с участием кислорода, который вступает в реакцию с молекулами органических веществ, таких как углеводы, жиры и белки. В результате реакции образуется углекислый газ, вода и энергия.

Энергия, выделяющаяся при окислении органических веществ, используется организмом для выполнения различных функций, таких как сокращение мышц, поддержание температуры тела, дыхание, работа мозга и другие, жизненно важные процессы.

Энергия, получаемая из органических веществ, хранится в молекулах АТФ (аденозинтрифосфата), который является основным энергетическим носителем в клетках организма. При расщеплении молекул АТФ выделяется энергия, которая используется клетками для выполнения различных биологических процессов.

Комплексные углеводы – это углеводы, которые состоят из длинных цепочек молекул глюкозы или других моносахаридов, связанных между собой специальными химическими связями. Они встречаются в продуктах, таких как злаки, бобовые, овощи, фрукты и другие растительные продукты.

Комплексные углеводы играют важную роль в питании, поскольку они являются источником энергии для организма и обладают множеством других

полезных свойств. Они дольше усваиваются и обеспечивают более стабильный уровень глюкозы в крови по сравнению с простыми углеводами, что позволяет сохранять более стабильный уровень энергии в организме.

Кроме того, комплексные углеводы содержат множество полезных питательных веществ, таких как витамины, минералы, растительные волокна и антиоксиданты. Они могут помочь снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения и некоторых видов рака.

Рекомендуется употреблять комплексные углеводы вместо простых углеводов (сахара, сладостей, белого хлеба и др.), чтобы поддерживать оптимальный уровень энергии, здоровья и хорошего самочувствия.

Белки - это один из основных классов питательных веществ, необходимых для здоровья и правильной работы организма. Они состоят из аминокислот, связанных между собой пептидными связями, и выполняют множество важных функций в организме.

Основные функции белков в организме:

1. Строительная функция: белки являются основным строительным материалом клеток, тканей и органов организма.

2. Регуляторная функция: белки участвуют в регуляции многих биологических процессов, таких как обмен веществ, иммунная защита, сокращение мышц, сигнальные пути и другие.

3. Транспортная функция: некоторые белки, такие как гемоглобин, транспортируют кислород и другие важные вещества через кровь к клеткам организма.

4. Энергетическая функция: белки могут использоваться в качестве источника энергии в случае нехватки углеводов и жиров.

Белки необходимы для роста, развития и поддержания здоровья организма. Недостаток белка может привести к множеству проблем со здоровьем, таких как медленный рост, ослабление иммунной системы, мышечная слабость, анемия и другие[3].

Рекомендуется потреблять продукты, богатые белками, такие как мясо, рыба, яйца, молочные продукты.

Органические продукты имеют несколько преимуществ перед обычными продуктами, связанных с их производством и содержанием питательных веществ:

1. Отсутствие химических добавок: Органические продукты не содержат химических добавок, таких как пестициды, гербициды, удобрения и гормоны роста, которые могут присутствовать в обычных продуктах. При этом органические продукты производятся без использования синтетических веществ, которые могут оказывать негативное воздействие на здоровье.

2. Высокое содержание питательных веществ: Органические продукты могут содержать больше питательных веществ, таких как витамины, минералы, антиоксиданты и другие биологически активные вещества. Это связано с тем, что органические фермеры используют методы, которые сохраняют плодородие почвы и способствуют биологическому разнообразию.

3. Лучший вкус и качество: Органические продукты могут иметь лучший вкус и качество по сравнению с обычными продуктами. Это связано с тем, что органические продукты выращиваются без использования синтетических удобрений и химических веществ, которые могут влиять на вкус и качество продукта.

Обычные продукты могут содержать следующие химические вещества, которые могут оказывать вредное влияние на здоровье организма:

1. Пестициды: Пестициды используются для защиты растений от вредителей и болезней. Однако, они могут оставаться на поверхности продуктов и попадать в организм человека при употреблении. Пестициды могут вызывать различные заболевания, такие как неврологические расстройства, рак, бесплодие и другие.

2. Гербициды: Гербициды используются для борьбы с сорняками. Они могут оказывать вредное воздействие на почву, растения и животных, а также могут накапливаться в продуктах питания и оказывать вредное воздействие на здоровье человека.

3. Гормоны роста: Гормоны роста используются в животноводстве для повышения массы тела животных. Однако, эти вещества могут оказывать вредное воздействие на здоровье человека, включая риск развития рака и других заболеваний.

4. Антибиотики: Антибиотики используются в животноводстве для профилактики и лечения болезней животных. Однако, их частое использование может приводить к развитию антибиотикорезистентности и ухудшению здоровья человека [4].

Употребление органических продуктов важно для здоровья человека и окружающей среды. Органические продукты не содержат вредных химических веществ, таких как пестициды и гербициды, которые могут накапливаться в тканях организма и вызывать различные заболевания. Органические продукты более питательны, поскольку они выращиваются на почвах, обогащенных натуральными минералами и микроорганизмами, что способствует росту более здоровых растений.

Кроме того, выращивание органических продуктов не приводит к загрязнению окружающей среды и не наносит вреда экосистемам. Это также способствует сохранению биоразнообразия и снижению выбросов парниковых газов.

В целом, употребление органических продуктов является более безопасным и экологически устойчивым выбором, который может способствовать поддержанию здоровья и благополучия не только людей, но и окружающей среды в целом[5].

### **Литература**

1. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/HIMIYA\\_ORGANICHESKAYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/HIMIYA_ORGANICHESKAYA.html)

2. [http://www.chemistry2011.ru/chemistry\\_-\\_our\\_life/](http://www.chemistry2011.ru/chemistry_-_our_life/)

3. Щербина, А.Э. Органическая химия. Основной курс / , Л. Г. Матусевич. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. - 808 с.

4. Солдатенков А.Т. Основы органической химии душистых веществ для прикладной эстетики и ароматерапии - М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. - 240 с.30.

Травень В.Ф. Органическая химия: В 2 т. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. - 727с.

## АЦИЛИРОВАНИЕ БИСАРОМАТИЧЕСКИХ ДИТИОКАРБАМАТОВ

И.Н. Ануарбекова, М.С. Муканова, Е.С. Сычева

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы

e-mail: Iindikosha@mail.ru

**Аннотация.** Синтезированы дитиокарбаматы натрия взаимодействием дифенил- и дибензиламина с сероуглеродом в присутствии щелочи в этаноле при комнатной температуре. В результате реакции были выделены дифенилкарбамодитиоат натрия 1 (87%) и дибензилкарбамодитиоат натрия 2 (90%). Разработаны условия ацилирования бисароматических дитиокарбаматов с хлорангидридами (4-нитробензойной, 4-хлорбензойной кислот) в присутствии ацетона при комнатной температуре. Строение синтезированных соединений установлено на основании анализа данных элементного анализа, ИК-спектроскопии и спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ .

Среди большого разнообразия органических синтонов особый интерес представляют дитиокарбаматы, на основе которых синтезированы различные биологически активные вещества, обладающие антимикробной, антиоксидантной, противоопухолевой, фунгицидной, гербицидной и ростстимулирующей активностью. Из производных дитиокарбаминовой кислоты в настоящее время в качестве пестицидов применяют соли диметилдитиокарбаминовой кислоты (тирам) и этилен-бис-дитиокарбаминовой кислоты (поликарацин, цинеб, манкоцеб) [1–6].

В Институте химических наук им. А.Б. Бектурова на протяжении многих лет ведутся исследования по созданию новых экологически безопасных регуляторов роста растений, фунгицидов и гербицидов. Синтез дитиокарбаматов и их производных оценивается, как перспективное направление в органической химии, и открывает новые возможности для создания биологически активных соединений.

Дитиокарбаматы натрия на основе дифенил- и дибензиламина получали взаимодействием дифенил- и дибензиламина с сероуглеродом в среде этилового спирта в присутствии щелочи.

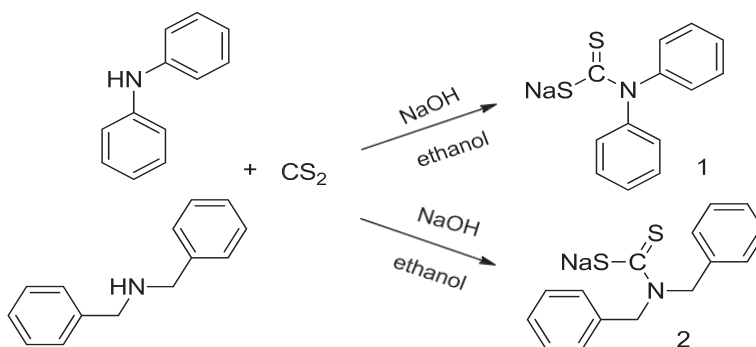


Рисунок 1 – Синтез натрия дифенил- и дибензиламинкарбаматиоата



После обработки реакционной смеси с соответствующими выходами выделены дифенилкарбамодитиоат натрия 1 (87%) и дибензилкарбамодитиоат натрия 2 (90%).

Ацилирование осуществляли взаимодействием дитиокарбаматов натрия дифенил- и дибензиламина с хлорангидридами (4-нитробензойной, 4-хлорбензойной кислот) в ацетоне. Контроль реакций осуществляли с помощью метода тонкослойной хроматографии на пластинах «Silufol».

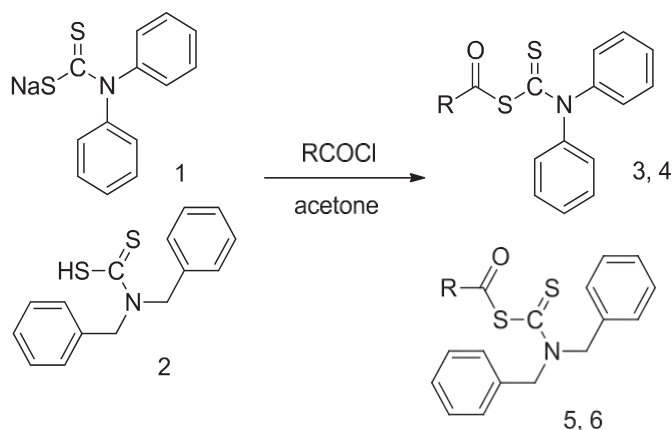


Рисунок 2 – Синтез ароматических тиоангидридов  
дитиокарбаминовых кислот

В результате синтезированы с соответствующими выходами 4-хлорбензойный дифенил-1-карботиоэвый тиоангидрид 3 (69%), 4-нитробензойный дифенил-1-карботиоэвый тиоангидрид 4 (58%), 4-хлорбензойный дибензил-1-карботиоэвый тиоангидрид 5 (61%), 4-нитробензойный дибензил-1-карботиоэвый тиоангидрид 6 (52%).

Таким образом, в результате проведенных исследований синтезированы дитиокарбаматы натрия на основе дифенил- и дибензиламина и их тиоангидриды. Строение синтезированных соединений установлено на основании анализа данных методов спектроскопии ИК, ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C.

### Литература

1. Kaul L., Süß R., Zannettino A., Richter K. The Revival of Dithiocarbamates: From Pesticides to Innovative Medical Treatments. // *iScience*. - 2021. - Vol.24. - No 2. - P. 102092. - doi 10.1016/J.ISCI.2021.102092.
2. Adeyemi J.O., Onwudiwe D.C. The mechanisms of action involving dithiocarbamate complexes in biological systems // *Inorganica Chim. Acta*. - 2020. - Vol. 511. - P. 119809. - doi 10.1016/j.ica.2020.119809.
3. Bozdog M., Carta F., Vullo D., Akdemir A., Isik S., Lanzi C., Scozzafava A., Masini E., Supuran C.T. Synthesis of a new series of dithiocarbamates with effective human carbonic anhydrase inhibitory activity and antiglaucoma action // *Bioorg. Med. Chem*. - 2015. - Vol. 23. - No 10. - P. 2368-2376. - doi 10.1016/j.bmc.2015.03.068.

4. Innocenti A., Scozzafava A., Supuran C.T. Carbonic anhydrase inhibitors. Inhibition of transmembrane isoforms IX, XII, and XIV with less investigated anions including trithiocarbonate and dithiocarbamate // Bioorg. Med. Chem. - 2015. - Vol.23. - N 10. - P. 2368-2376. - doi10.1016/j.bmc.2015.03.068.
5. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. - М.: Химия, 1987. - 712 с.
6. Zubrod J.P., Bundschuh M., Arts G., Bruhl C.A., Imfeld G., Knabel A., Payraudeau S., Rasmussen J.J., Rohr J., Scharmuller A., Smalling K., Stehle S., Schulz R., Schafer R.B. Fungicides: an overlooked pesticide class? // Environ. Sci. Technol. - 2019. - Vol. 53. - No 7. - P. 3347-3365. - doi 10.1021/acs.est.8b04392.

*Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования КН МОН РК № BR10965255 «Инновационные материалы полифункционального назначения на основе природного сырья и техногенных отходов».*

## РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

А. Баешов<sup>1</sup>, А.К. Баешова<sup>2</sup>, Ү.Ә. Ораз<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт топлива, катализа и электрохимии

им. Д.В.Сокольского», Алматы

<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

e-mail: alhanovna.u@gmail.com

**Аннотация.** Исследования, посвященные процессам и способам аккумуляции энергии являются наиболее важными проблемами современности, так как необходимость перехода к широкому применению возобновляемых источников энергии очевидна. Целью работы является разработка химического способа накопления электроэнергии с использованием потенциалов окислительно-восстановительных систем  $\text{Fe}^{3+}-\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Ti}^{2+}-\text{Ti}^{3+}$ . Эксперименты проводились с использованием электролизера специальной конструкции, состоящей из двух емкостей. Водный раствор, содержащий ионы трехвалентного титана из большой емкости подается в катодное пространство электролизера. Ионы титана (III) окисляются до четырехвалентного состояния и уводятся в накопительную емкость. Из другой емкости раствор, содержащий ионы трехвалентного железа, подается в анодное пространство электролизера. На графитовом электроде, ионы железа (III), принимая электроны, восстанавливаются до двухвалентного состояния и далее уводятся в другую накопительную емкость. В цепи протекает электрический ток. При зарядке и при разрядке через электролизер можно пропускать большое количество электролита, соответственно, можно получить большое количество электроэнергии. Далее подобным образом обратным путем пропуская раствор, содержащий ионы четырехвалентного титана через катодное пространство, а раствор с ионами двухвалентного железа через анодное пространство и поляризуя их альтернативным источником тока, можно накапливать электроэнергию в очень больших количествах. Количество накапливаемой электроэнергии зависит от концентрации токообразующих ионов и объема протекающего электролита.

Известно, что в настоящее время человечество практически не может жить без электричества [1]. Особую роль играют автономные источники электроэнергии [2–4]. Более 100 лет для накопления и сохранения энергии используются аккумуляторы тока, разновидностей которых очень много. Чаще всего и во многих транспортных средствах используются сернокислотные аккумуляторы. В настоящее время самым лучшим аккумулятором, т.е. накопителем электроэнергии, является литиевый аккумулятор. Он обладает относительно большей электроемкостью по сравнению с существующими, но его применение обходится дорого из-за использования дорогостоящего металла – лития. Отмечаем, что в настоящее время начали выпускать электромобили, половину стоимости которых составляют литиевые аккумуляторы.

В последние годы в большом объеме начали получать электроэнергию от природных альтернативных источников энергии – солнца, ветра и др. Цена электроэнергии, получаемой вышеуказанными способами намного выше, чем от сжигания углеводородных топлив. Это связано с нерешенными проблемами, связанными с накоплением электроэнергии.

Получение тока и транспортировка его потребителю от возобновляемых источников энергии в настоящее время состоит из следующих стадий:

Сначала из энергии солнечного луча или ветра получают электрический ток по существующим известным методам, далее полученный электрический ток необходимо накапливать в аккумуляторах. Потом накопленный в аккумуляторах постоянный ток с использованием специальных устройств превращают в переменный ток и с помощью трансформатора повышают напряжение до необходимой величины и отправляют потребителям.

В этой технологии самой узкой и до конца нерешенной проблемой является стадия накопления электроэнергии в аккумуляторах, т.к. каждый из них имеет определенную электроемкость. В этой связи приходится использовать их в больших количествах, а это, в свою очередь, повышает себестоимость получаемой электроэнергии.

За последние 10-15 лет нами разработан ряд химических источников тока первого и второго рода [5–9], новизна, которых защищена патентами РК. Основное отличие предлагаемых нами источников тока, заключается в том, что мы используем потенциал «red-ox» систем.

Принцип работы любого химического источника тока второго рода, т.е. аккумулятора, заключается в том, что сначала при протекании электрического тока эта энергия превращается в химическую энергию. Далее в аккумуляторах химическую энергию можно обратно превращать в электрическую энергию, т.е. получать электрический ток в автономных условиях.

Целью нашей работы является разработка принципиально нового способа аккумуляции электроэнергии, позволяющего многократно превысить электроемкость самых лучших на сегодняшний день литиевых аккумуляторов на основе использования окислительно-восстановительных («red-ox») потенциалов обратимых реакции с участием переменновалентных ионов металлов в водной среде.

Если инертный электрод (графит или платина) опустить в раствор, в котором присутствуют ионы какого-либо вещества в окисленных и восстановленных формах, то потенциал такого электрода будет целиком определяться соотношением концентрации и природой веществ, находящихся в испытуемом растворе. Соответствующие потенциалы называются окислительно-восстановительными или «red-ox» потенциалами. Они, очевидно, отвечают равновесному состоянию каждой из систем, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.

Инертный электрод в данном случае выполняет роль переносчика электронов.

Величина «red-ox» потенциала определяется уравнением Нернста:

$$\frac{a_{\text{окисл}}}{a_{\text{восст}}} = \frac{a_{\text{окисл}}}{a_{\text{восст}}} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{окисл}}}{a_{\text{восст}}} \quad (1)$$

где  $a_{ox}$  – активность окисленных форм ионов;  
 $a_{red}$  – активность восстановленных форм ионов.

Если электродное пространство электролизера разделено ионитовой мембраной и в каждом пространстве находятся разные «red-ox» системы разной природы, и соответственно, с различающимися потенциалами, то между инертными электродами, находящимися в этих растворах, формируется электродвижущая сила (ЭДС)

Мы использовали «red-ox» системы с различающимися потенциалами. В настоящее время известен ряд «red-ox» систем со следующими стандартными потенциалами (таблица 1).

Подбирая различные «red-ox» системы и располагая их в разные электродные пространства электролизера, можно получить ЭДС разной величины.

Таблица 1 – Стандартные электродные потенциалы ( $E^{\circ}_{red/ox}$ ) некоторых окислительно-восстановительных (red-ox) систем [10]

№	«red-ox» система	$E^{\circ}_{red/ox}$ , В
1	$Co^{3+} + e \leftrightarrow Co^{2+}$	+1,808
2	$Ce^{4+} + e \leftrightarrow Ce^{3+}$	+1,61
3	$Fe^{3+} + e \leftrightarrow Fe^{2+}$	+0,771
4	$Ti^{4+} + e \leftrightarrow Ti^{3+}$	-0,368
5	$Cu^{2+} + e \leftrightarrow Cu^{+}$	+0,153
6	$Ti^{4+} + e \leftrightarrow Ti^{3+}$	-0,04
7	$V^{3+} + e \leftrightarrow V^{2+}$	-0,256
8	$Sn^{4+} + 2e \leftrightarrow Sn^{2+}$	0,15
9	$Cr^{3+} + e \leftrightarrow Cr^{2+}$	-0,408

Лабораторными исследованиями установлено, что в системе «электролит - «red-ox» системы с различающимися потенциалами – инертные электроды» при разделении пространства между электролитами ионитовой мембраной, возникает ЭДС. Величина ЭДС зависит от разности потенциалов «red-ox» систем в каждом электродном пространстве.

Например, при использовании «red-ox» системы Ti(III)-Ti(IV), имеющей стандартный потенциал  $E^{\circ} = - 0,04$  В, и Fe(II)-Fe(III) ( $E^{\circ} = + 0,77$  В), между двумя графитовыми электродами теоретически формируется ЭДС величиной  $\sim 0,8$ В. При зарядке, т.е. пропускании тока ионы титана (IV) восстанавливаются до трехвалентного состояния:



А ионы двухвалентного железа окисляются до трехвалентного состояния:



После разрядки, т.е. при получении электрического тока, реакции (2) и (3) протекают в обратном направлении до снижения концентрации трехвалентных ионов титана и

трехвалентных ионов железа до определенной величины. При этом величина потенциалов «red-ox» системы на каждом электроде подчиняется уравнению Нернста (1).

Если электролит в вышеуказанном аккумуляторе будет находиться в стационарных условиях, т.е. без движения, то он будет иметь определенную емкость, в соответствии с объемом электролитов и концентрацией ионов в «red-ox» системах.

Предлагаем способ повышения емкости аккумулятора, емкость которого превышает в несколько десятков раз емкость литиевых. Показано, что при использовании «red-ox» систем  $Fe^{3+} - Fe^{2+}$  и  $Ti^{2+} - Ti^{3+}$  наблюдается формирование ЭДС.

Принципиальная схема вторичного химического источника тока, т.е. аккумулятора приведена на рисунке 1.

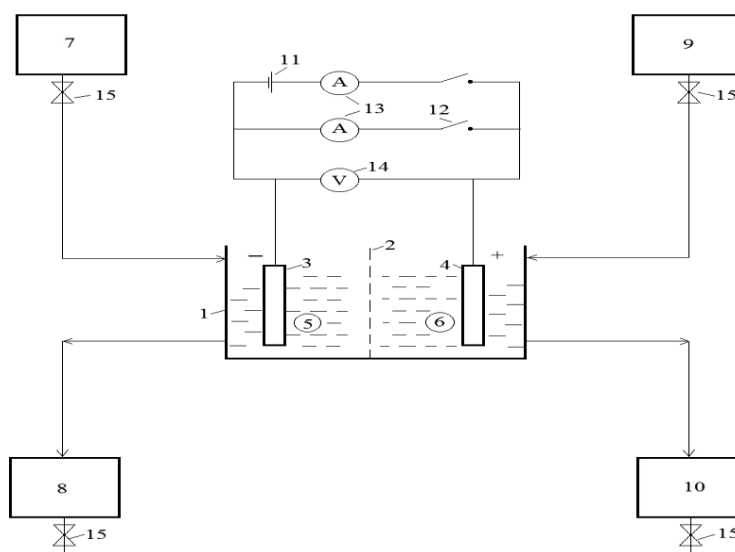


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства химического источника тока с высокой емкостью

Следует отметить, что перемещение электролита можно осуществлять маломощным насосом, который использует не более 3% от общей энергии или в стационарных условиях за счет изменения уровня накопительного бака и электролизера.

Аккумулятор представляет собой электролизер (1) с графитовыми электродами (3, 4), с разделенными анионитовой мембраной (2) электродными пространствами. При зарядке через первое электродное пространство электролизера пропускают с заданной скоростью подкисленный раствор сульфата титана (IV) из напорной емкости (7) в накопительную емкость (8). А через второе пространство пропускают подкисленный раствор сульфата железа (II) из напорной емкости (9) в накопительную емкость (10). При этом графитовый электрод, находящийся в растворе, содержащем ионы титана (IV), поляризуют катодно, а графитовый электрод, находящийся в растворе сульфата железа (II) – поляризуют анодно.

Во время электролиза, т.е. при зарядке, на графитовом электроде (катоде) протекает реакция восстановления ионов титана (IV) до ионов титана (III) по реакции (3). Раствор титана (III), проходя через катодное пространство (5), накапливается в емкости (8). В этот момент на другом, анодно поляризованном графитовом электроде ионы железа (II) окисляются до трехвалентного состояния по реакции (3). Раствор, содержащий ионы



трехвалентного железа, будет собираться в накопительной емкости (10). Таким образом, в результате протекающих по реакциям (5) и (6), электрохимических процессов, электрический ток преобразовывается в химическую энергию, в целом при этом образуются ионы трехвалентного железа и трехвалентного титана.

При разрядке, т.е. при получении электрического тока от химического источника тока, электролит пропускают обратно. При этом ионы титана (III) окисляются до ионов титана (IV) по реакции:



отдавая электроны внешнему проводнику. А на втором графитовом электроде ионы железа (III) восстанавливаются по реакции:



принимая электроны от внешней цепи.

Формирование ЭДС между графитовыми электродами, погруженными в растворы, содержащими ионы трехвалентного железа и трехвалентного титана, объясняется тем, что на графитовых электродах устанавливаются разные «red-ox» потенциалы. Для реакции  $\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  «red-ox» потенциал составляет  $E^{\circ} = +0,77 \text{ В}$ , а для реакции  $\text{Ti}^{3+} - e \rightarrow \text{Ti}^{4+}$   $E^{\circ} = -0,04 \text{ В}$ . Эти реакции являются полуреакциями, протекающими в одной гальванической системе. В результате между электродами может формироваться ЭДС (E), теоретическая величина которой составляет 0,81 В, согласно расчету:

$$E = E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) - E^{\circ}(\text{Ti}^{4+}/\text{Ti}^{3+}) = +0,77 - (-0,04) = 0,81 \text{ В}$$

Таким образом, по внешней замкнутой цепи протекает электрический ток. Как видно, при этом химическая энергия на основе окислительно-восстановительных процессов, протекающих на электродах, обратно преобразовывается в электрический ток. Как показали результаты опытов, между электродами формируется ЭДС величиной 0,67 В.

Увеличив общую емкость за счет присоединения дополнительных емкостей, можно увеличить энергоемкость в 10 и более раз. В предлагаемом способе электрическая энергия в основном накапливается и сохраняется в дополнительных емкостях.

Отмечаем преимущество предложенного накопителя электроэнергии, т.е. вторичного химического источника тока – аккумулятора, заключающееся в том, что резко повышается электроемкость в зависимости от объема дополнительных емкостей, в которых накапливается электролит. В стационарных условиях присоединение дополнительных емкостей к химическому источнику тока можно осуществить очень легко.

В предлагаемом накопителе электроэнергии, т.е. аккумуляторе, используются графитовые электроды, соли железа и титана. Титан и железо производятся в Казахстане в больших количествах. В этой связи и соли указанных металлов получить несложно. Нами разработаны способы получения сульфатов, хлоридов железа (II) и железа (III), а также сульфатов и хлоридов титана (III) и титана (IV) [11-17]. Такой вторичный химический источник тока – аккумулятор будет легко доступен, обойдется недорого и позволит решить

проблему высокеемкостных накопителей энергии. Все это приводит к успешному решению вопроса, касающегося освоения возобновляемых источников энергии, в частности, получения электрического тока с относительно низкой себестоимостью. За последние 2-3 года новизна способа защищена двумя патентами РК [18, 19]. Предлагаемый аккумулятор можно применять в электромобилях и других транспортных средствах. Вместо бензина в два бака наливают электролиты разных «red-ox» систем, отдельно пропускают с определенной скоростью через электродные пространства аккумулятора и отдельно собирают в баках и получают необходимое количество электроэнергии. В заправочных станциях заменяют использованные баки на емкости со свежим электролитом. Отработанный электролит, после зарядки, можно использовать заново.

### Литература

1. Досаян М.А. Химические источники тока, 2-изд. - Л., 1969.
2. Романов В.В., Хашев Ю.М. Химические источники тока - М., 1968.
3. Орлов В.А. Малогабаритные источники тока, 2-изд. - М. 1970.
4. Вайнел Дж. Акумуляторные батареи, пер. с англ., 4-е изд. - М.-Л., 1960.
5. Баешов А., Баешова С.А., Асабаева З.К., Баешова А.К., Тойшыбекова Г.С. Химический источник тока, Инновационный патент РК № 22448 от 01.04.09. бюл. №4, 15.04.2010.
6. Баешов А., Баешова С.А., Баешова А.К., Койтанова Э.Б. Преобразование тепловой энергии в электрическую. Патент РК № 24466 от 16.07.08., бюл. №8, 2011.
7. Баешов А., Баешова А.К., Баешова С.А. Электрохимический преобразователь тепловой энергии в электрическую, Инновационный патент РК №28382 от 01.07.13 бюл. №4, 2014.
8. Баешов А., Баешова А.К., Адайбекова А.А. Химический источник тока, Инновационный патент РК № 31177 от 12.03.15. бюл. №5, 16.05.16.
9. Баешов А., Баешова А.К., Турлыбекова М.Н. Химический источник тока, Инновационный патент РК №31159 от 03.04.15. бюл. № 5, 16.05.16.
10. Справочник по электрохимии. Под ред. А.М. Сухотина. - Л.:Химия, 1981. - 488 с.
11. Баешов А., Баешова А.К., Сарбаева Г.Т. Способ получения хлорида титана (III) // Предварительный патент РК № 7766 от 14.10.97 опубл. бюл. № 7, 1999
12. Баешов А., Баешова К.Ж., Сарбаева Г., Койтанова Э., Баешова А.К. Способ получения хлорида железа // Инновационный патент РК № 20681 от 26.06.07, бюл. № 1, 2009.
13. Баешов А., Изтлеуов Г., Баешова А.К., Мадиев У.К. Способ получения двойной соли сульфата титана и аммония // Предварительный патент РК №13017 от 13.08.2001г., опубл. бюл. №5, 15.05.03
14. Баешов А., Баешова А.К., Даулетбаев А. Способ получения сульфата четырехвалентного титана // Инновационный патент РК № 22655 от 19.05.09. Б.И. №7, 15.07.2010.

15. Бешов А., Бешова А.К., Абижанова Д.А., Конурбаев А., Рахметова К., Бекенова Г.С. Способ получения сульфата железа (II) // Инновационный патент РК №26380 от 13.01.12, Бюл. № 11, 2012.

16. Бешов А., Кадирбаева А. Бешова А.К., Конурбаев А.Е., Ибрагимова Г.Н., Журинов М.Ж. Способ получения сульфата железа (II) // Патент РК на полезную модель № 2489 от 17.11.2016 опубл.в бюл. № 22 от 30.11.2017.

17. Бешов А., Бешова А.К., Шакенова М.Ш., Жумабай Ф.М. Способ получения сульфата трехвалентного железа // Патент РК на полезную модель №4329 от 18.03.2019

18. Бешов А., Бешова А.К., Бешов Е.К., Химический источник тока. Патент РК на полезную модель № 4316 от 26.03.19.

19. Бешов А., Бешова А.К., Бешова С.А., Химический источник тока. Патент РК на полезную модель № 5207 от 16.02.2020.

## СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ ЦЕРИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ ИЗ УРАНСОДЕРЖАЩЕГО РАСТВОРА

Т.К. Джумадилов<sup>1</sup>, А.М. Имангазы<sup>1</sup>, А.А. Утешева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, Алматы

*e-mail: jumadilov@mail.ru*

**Аннотация.** Изучение сорбционной активности интерполимерных систем к ионам церия, а также возможностью применения их для разделения редкоземельных элементов от радиоактивных являлось целью данного исследования. В качестве объектов исследования были выбраны промышленные иониты Amberlite IR120 и АВ-17-8, взаимная активация которых в водной среде обеспечила их переход в высокоионизированное состояние за счет конформационных и электрохимических изменений при дистанционном взаимодействии. Показано, что максимальная степень сорбции ионов церия из урансодержащих растворов происходит интерполимерной системой «67% AmberliteIR120Н:33% АВ17-8» по истечении 48 часов и составляет 35 %, тогда как степень извлечения ионов церия исходными ионитами 100%AmberliteIR120 и 100%АВ17-8 составляет 25 % и 2 %, соответственно. Степень десорбции ионов церия из интерполимерной системы «67%AmberliteIR120 Н:33%АВ17-8» составляет 60%. Таким образом, полученные результаты указывают на возможность применения интерполимерной системы «67%AmberliteIR120Н:33%АВ17-8» для эффективной сорбционной технологии извлечения редкоземельных металлов из урансодержащих растворов.

На сегодняшний день в мире редкоземельные элементы используются во многих отраслях промышленности, что вызывает огромный спрос их производства. Однако, получение высокочистых редкоземельных элементов является сложной задачей, поскольку в рудах, где содержатся редкоземельные элементы попутно сопутствуют и радиоактивные элементы, такие, как уран, торий и продукты их полураспада [1]. С целью удешевления добычи руд, содержащих редкоземельные элементы, осуществляется развитие традиционных и поиск новых технологических схем переработки сырья, а также способов получения высокочистых индивидуальных элементов. Поэтому на сегодняшний день остается актуальным вопрос очистки редкоземельных элементов от радиоактивных элементов, в частности от урана. Существуют различные методы извлечения урана из растворов, такие как сорбция, экстракция и другие методы. Из всех существующих методов в настоящее время сорбционные методы занимают лидирующую позицию, так как более экологичны и обладают малым числом технологических циклов по сравнению с экстракционными технологиями. К сожалению, разрабатываемые в настоящее время иониты не обладают широким спектром действий и не для всех ионов солей и металлов созданы комплементарные полимерные сорбенты. Из-за различия состава растворов, извлекаемого из каждого месторождения, трудно исследовать процесс сорбции в модельных растворах и разрабатывать эффективные сорбенты. Использование же

интерполимерных систем позволяет с высокой эффективностью осуществлять групповое и индивидуальное извлечение катионов и анионов различных элементов. Интерполимерными ионообменными системами называются находящиеся в общем растворе и не соприкасающиеся между собой сшитые полимеры с активными функциональными группами. На основе одной интерполимерной системы можно создать селективную к различным ионам пару полиэлектролитов за счет изменения исходных соотношений, исходных состояний, порядка смешения и набухания, времени взаимодействия с солями металлов.

Преыдущими исследованиями [2, 3] показано, что вследствие взаимной активации ионитов в ходе их дистанционного взаимодействия происходит переход полимерных макромолекул в высокоионизованное состояние, что приводит к существенному увеличению степени извлечения ионов металлов по сравнению с исходными ионитами.

Для активации ионитов рассчитанное количество каждой ионообменной смолы (AmberliteIR120H и АВ-17-8) в сухом виде помещалось в отдельные полипропиленовые сетки. Далее полипропиленовые сетки с набухшими ионообменными смолами помещали в стаканы с дистиллированной водой на расстоянии примерно 1–2 см друг напротив друга, тем самым образуя интерполимерную пару «67%AmberliteIR120H:33%АВ17-8».

Как известно [4], в результате взаимной активации происходит диссоциация функциональных групп и тем самым отщепление  $H^+$  и  $OH^-$  ионов с ионообменных смол AmberliteIR120 H ( $H^+$ - форма) и АВ-17-8 ( $OH^-$ - форма) (Рисунок 1). В результате свободные  $H^+$  и  $OH^-$  ионы образуют молекулы воды, тем самым освобождая место для присоединения ионов церия, что способствует повышению сорбционных свойств интерполимерных систем по сравнению с исходными ионообменными смолами.

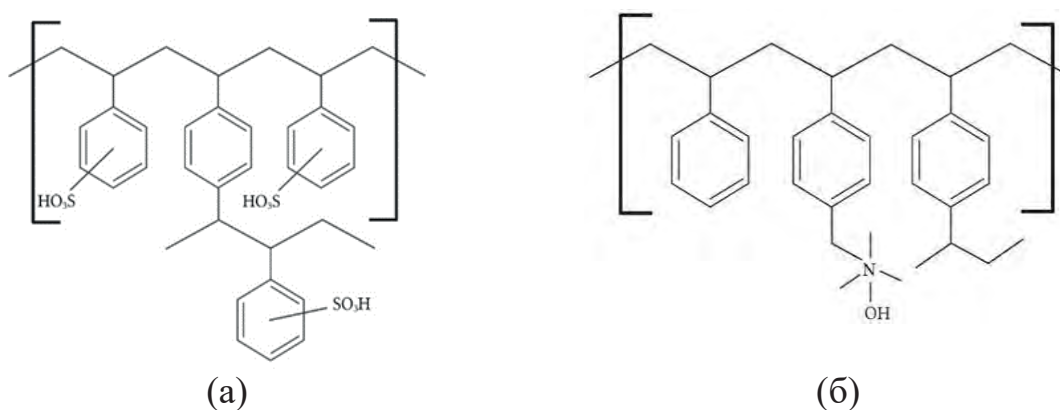


Рисунок 1 – (а) Структурная формула AmberliteIR120 H  
и (б) структурная формула АВ-17-8

Полученные результаты показывают возможность применения интерполимерных систем на основе промышленных ионитов для извлечения и разделения редкоземельных металлов из радиоактивных растворов. Проведенные исследования установили влияние рН-среды на сорбционную активность дистанционно активированных промышленных ионитов.

### Литература

1. Garcia A.C.; Latifi M.; Amini A.; Chaouki J. Separation of Radioactive Elements from Rare Earth Element-Bearing Minerals // Metals. - 2020. - Vol. 10(11). - P.1524. - <https://doi.org/10.3390/met10111524>
2. Jumadilov T., Yskak L., Imangazy A., Suberlyak O. Ion Exchange Dynamics in Cerium Nitrate Solution Regulated by Remotely Activated Industrial Ion Exchangers // Materials. - 2021.- No 14(13),. - P.3491. - <https://doi.org/10.3390/ma14133491>
3. Utesheva A.A.; Grazulevicius J.V. Specific features of uranyl ions extraction by interpolymer system based on polyacrylic acid and polyethyleneimine hydrogels // Complex Use of Mineral Resources. - 2021. - Vol.4, Issue 319. P. 65-71. - <https://doi.org/10.31643/2021/6445.42>
4. Jumadilov T., Totkhuskyzy B., Askar T., Grazulevicius J. Features of remote interaction of activated hydrogels of polyacrylic acid and polyethylenimine in scandium and lanthanum sulphate solutions // Reports of the NAS RK. - 2021. - 4(338). - P. 116-121. - <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1483.67>

*Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования научных исследований Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН BR18574042).*



## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМАТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

У.Ж. Джусипбеков, Г.О. Нургалиева, З.К. Баяхметова, У.Б. Аксакалова

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы*

*e-mail: n\_gulzipa@mail.ru*

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования процесса получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений на основе дигидро- и гидрофосфатов аммония и гумата натрия. Выявлена зависимость состава и свойств полученных продуктов от концентрации гумата натрия. Установлено, что повышение концентраций гумата калия от 0,5 до 2,5% приводит к росту коэффициента усвояемых форм  $P_2O_5$  до 93,24 отн.%, воднорастворимых – до 71,94 отн.%. Комплексом химических и физико-химических методов исследования определено, что в результате взаимодействия в исследуемых гетерогенных системах образуются гуматы аммония, дигидро- и гидрофосфаты натрия.

**Ключевые слова:** гуматсодержащие органоминеральные удобрения, гумат натрия, кислые фосфаты аммония, содержания общего, усвояемых и воднорастворимых форм фосфора, азота, выход гуминовых кислот.

Одним из наиболее эффективным способом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества готовой продукции, восстановления и повышения плодородия почв является применение гуматсодержащих органоминеральных удобрений (ОМУ). Из научной и научно-технической литературы известно, что гуминовые вещества стимулируют рост растений, активизируют деятельность почвенных микроорганизмов, предотвращают потери питательных веществ и повышают эффективность использования минеральных удобрений, оказывают комплексное воздействие на почву, связывают тяжелые металлы, радионуклиды и органические токсиканты, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды [1–4].

В связи с этим, исследование процессов получения гуматсодержащих ОМУ, сочетающие в себе положительные качества органического и минерального компонентов является актуальной.

Цель работы – изучение закономерностей процессов получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений путем взаимодействия кислых фосфатов аммония с гуматом натрия.

Для выполнения экспериментов использовали гумат натрия, полученный из бурого угля Ой-Карагайского месторождения (Алматинской обл.) с содержанием в мас. %: выход свободных гуминовых кислот ( $HA^{daf}$ ) – 46,15; зольность аналитической пробы ( $A^a$ ) – 32,11; влажность аналитической пробы ( $W^a$ ) – 8,12 и дигидро- и гидрофосфаты аммония, марки «Х.Ч.».

В полученных образцах гуматсодержащих ОМУ определяли содержание общего, воднорастворимого и усвояемого  $P_2O_5$  [5,6], общего азота [6], выход свободных гуминовых кислот [7], зольность – [8] и содержание влаги [9] методами химического анализа.

В ходе проведенных опытов установлено, что повышение концентрации гумата натрия от 0,5 до 2,5% независимо от природы фосфатного-иона приводит к снижению абсолютного содержания всех форм  $P_2O_5$  и повышению их относительного значения (таблицы 1 и 2). Так, при соотношении Т:Ж=1:0,5 и температуре 40 °С за 60 мин взаимодействия дигидрофосфата аммония с гуматом натрия содержание общего  $P_2O_5$  уменьшается от 48,24 до 38,91%, усвояемого  $P_2O_5$  – от 44,70 до 36,28% и воднорастворимого  $P_2O_5$  – от 34,32 до 27,99% (таблица 1). При этом коэффициенты усвояемых форм  $P_2O_5$  возрастают до 93,24 отн.%, воднорастворимых форм  $P_2O_5$  – до 71,94 отн.%. При указанных условиях для системы «гидрофосфат аммония – гумат натрия» изменения перечисленных показателей имеют такую же закономерность, т.е. содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$ ,  $P_2O_{5\text{усв.}}$  и  $P_2O_{5\text{вод.}}$  как следствие снижается до 35,48; 32,45 и 24,84% (таблица 2), а  $K_{\text{усв.}}$  и  $K_{\text{вод.}}$  соответственно достигает 91,46 и 70,02 отн.%.

Изотермы-изохроны зависимости содержания общего азота и выхода гуминовых кислот от концентрации гуматанатрия свидетельствуют, что рост концентрации при использовании для взаимодействия дигидрофосфата аммония приводит к увеличению содержания  $N_{\text{общ.}}$  до 13,29% и  $HA^{\text{daf}}$  – до 39,64%, а в случае с гидрофосфатом аммония – до 19,31% и 34,0%, соответственно (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Влияние концентрация гумата натрия на характеристику полученных удобрений (система «дигидрофосфат аммония-гумат натрия»)

Концентрация гумата натрия, %	Содержание $P_2O_5$ , мас.%			$N_{\text{общ.}}$ , мас.%	$HA^{\text{daf}}$ , мас. %
	общ.	усв.	водн.		
0,5	48,24	44,70	34,32	12,86	36,60
1,0	46,19	42,92	32,92	12,89	37,09
1,5	44,39	41,30	31,84	12,91	38,21
2,0	41,48	38,65	29,80	13,16	39,43
2,5	38,91	36,28	27,99	13,29	39,64

Содержания кислых функциональных групп в полученных образцах определяли хемосорбционными методами: суммарное содержания карбоксильных и фенольных гидроксильных групп баритовым, карбоксильных групп – ацетатным [10, 11]. Результаты функционального анализа показывают, что при увеличении концентраций гумата натрия при взаимодействии дигидрофосфатом аммония количество связанных с аммонием карбоксильных и фенольных гидроксильных групп достигает 2,23 и 0,77 мг-экв на 100 г органической массы, а при использовании гидрофосфата аммония 1,97 и 0,43 мг-экв/г, соответственно. Однако, полного замещения этих групп на ионы аммония не наблюдается. Видимо, в реакциях замещения участвуют и другие функциональные группы, содержащиеся в гуминовых соединениях.

Таблица 2 – Влияние концентрация гумата натрия на характеристику полученных удобрений (система «гидрофосфат аммония-гумат натрия»)

Концентрация гумата натрия, %	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мас.%			N <sub>общ.</sub> , мас.%	NA <sup>daf</sup> , мас. %
	общ.	усв.	водн.		
0,5	43,20	39,24	29,89	18,71	33,55
1,0	41,11	37,51	28,55	18,75	33,59
1,5	39,20	35,80	27,26	18,87	33,81
2,0	37,16	33,96	25,90	19,14	33,89
2,5	35,48	32,45	24,84	19,31	34,00

Анализ данных ИКС свидетельствует об изменениях, происходящих в структуре исследуемых образцов гуматсодержащих ОМУ, а также о многокомпонентности и сложности их состава. Так, происходит наложение полос поглощения различных функциональных групп гуминовых соединений и фосфатов различной замещенности, при этом наблюдается искажение формы полос поглощения и смещение их максимумов. На ИК-спектрах обнаружены полосы поглощения характерные для гумата в области 3710–3100, 2800–2360, 1670–1650, 1450–1400, 1280–1270, 1170–1160, 1085–1070, 970–570 см<sup>-1</sup> и для NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> и HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ионов при 3120–3100, 1090–1085, 960–950, 510–495 см<sup>-1</sup> [10, 12–14].

Данные РФА подтверждают, что при взаимодействии в системах «дигидрофосфат аммония – гумат натрия» и «гидрофосфат аммония – гумат натрия» образуются новые соединения. На рентгенограммах обнаружены дифракционные максимумы с межплоскостными расстояниями, характерными для дигидрофосфата натрия с  $d_{\alpha}$ =5,35; 4,40; 3,43; 3,17; 2,64; 2,53Å, а также присутствуют дифракционные линии гидрофосфата натрия с  $d_{\alpha}$ =5,20; 4,70; 4,22; 3,35; 2,33Å [15]. Отсутствие на рентгенограммах дифракционных линий гумата аммония связано с его аморфностью.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлены закономерности влияния концентрации гумата натрия на процесс получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений на основе дигидро- и гидрофосфатов аммония и гумата натрия. Анализ полученных данных показывает, что увеличение концентрации гумата натрия приводит к снижению абсолютного содержания всех форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и повышению их относительного содержания, также способствует росту выхода гуминовых кислот и содержания общего азота. Полученные продукты имеют высокое содержание всех форм фосфора с высокими коэффициентами усвоения (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>общ.</sub>=24,84–48,24%), азота (13,29–19,31%) и физиологически активных гуминовых соединений (34,0–39,64%).

### Литература

1. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Челбин С.М., Головки А.Н. Исследование процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений в системе экономической безопасности страны // Дальневосточный аграрный вестник. - 2022. - Вып.1 (61). - С. 95-103.
2. El-Banna H.Y., Fouda K.F. Effect of Mineral, Organic, Biofertilizers and Humic Acid on Vegetative Growth and Fruit Yield Quality of Caraway Plants (*Carum carvi* L.) // J.Soil Sci. and Agric. Eng. - 2018. - Vol. 9 (5). - P. 237-241.
3. Вотонин К.С., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. Технологии получения комплексных гранулированных гуматных удобрений и эффективность их применения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2016. - № 6. - С. 169-177.
4. Conselvan G.B., Pizzeghello D., Carletti P. and et al. Biostimulant activity of humic substances extracted from leonardites // Plant and Soil. - 2017. - № 420. - P. 119-134
5. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / под ред. И.К. Кротовой. - М.: Химия, 1975. - 134 с.
6. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. - М.: Наука, 1963. - 360 с.
7. ГОСТ 9517-1994. Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот. - Введ. 1997-01-01. - Минск.: Изд-во стандартов, 1996. - 8 с.
8. ГОСТ 11022-1995. Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. - Введ. 1997-01-01. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1995. - 6 с.
9. ГОСТ 11014-2001. Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги. - Введ. 2003-01-01. - М.: Госстандарт Россия: Изд-во стандартов, 2001. - 7 с.
10. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. - М.: МГУ, 1981. - 271 с.
11. Закис Г.Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных. - Рига, 1987. - 230 с.
12. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. - М.: Бином, 2014. - 557 с.
13. Subodh K. Spectroscopy of Organic Compounds. - Amritsar: Guru Nanak Dev University, 2006. - 36 p.
14. ИК-спектроскопия в неорганической технологии /под ред. Зинюка Р.Ю., Балькова А.Г., Гавриленко И.Б., Шевякова А.М. - Л.: Химия, 1983. - 160с.
15. Кузнецова Г.А. Качественный рентгенофазовый анализ. Методические указания. - Иркутск: ИГУ, 2005. - 28 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке КН МНУВО РК, проект ПЦФ  
№BR10965255*

## ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИЗВЕСТИ

**У.Ж. Джусипбеков, Р.М. Чернякова, Р.А. Кайынбаева,  
Г.Ш. Султанбаева, Н.Н. Кожобекова**

*АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы*

*e-mail: raushan\_1972@mail.ru*

**Аннотация.** Для получения чистого хлорида кальция использовали техническую известь (ТИ). ИК спектроскопический анализ полученного  $\text{CaCl}_2$  из ТИ показал, что хлориду кальция соответствуют частоты у  $2169.7 \text{ см}^{-1}$ ,  $1469.7\text{--}1425.3 \text{ см}^{-1}$ , а также интенсивная частота у  $522.6 \text{ см}^{-1}$ . Соотнесение частот ИК спектра полученного  $\text{CaCl}_2$  с литературными данными указывает на получение чистого хлорида кальция. Показана возможность использования синтезированного  $\text{CaCl}_2$  для получения жидкости глушения на основе морской воды. Скорость коррозии стальной пластины с  $\text{C}_{\text{CaCl}_2}$  равной 35 % снижается в 9.85 раз по сравнению с контрольным опытом, обеспечивая степень защиты 9.83 %.

В настоящее время хлористый кальций является востребованным продуктом для нефтедобывающей/нефтепромысловой, газовой [1–3], химической, химико-фармацевтической, лесной, строительной и др. промышленности [3–7]. В нефте- и газодобывающей промышленности  $\text{CaCl}_2$  применяется для приготовления жидкости глушения нефтяных и газовых скважин при их ремонте, промывочных жидкостей для бурения скважин, в качестве компонента тампонажных растворов при устройстве нефтяных скважин, в качестве реагента для интенсификации процессов нефтедобычи [1–3]. Использование  $\text{CaCl}_2$  для приготовления ЖГ позволяет работать при минусовых температурах, сохранять коллекторские свойства раствора, стабилизировать ее плотность, обеспечить хорошую прокачиваемость, высокую водо- и шламоудерживающую способность ЖГ и ее инертность по отношению к хорошо растворимым породам [8, 9].

Для получения чистого хлорида кальция использовали техническую известь. ИК спектроскопический анализ сырья показал, что частоты у  $705.0$ ;  $875.1$ , и  $1422.9 \text{ см}^{-1}$  соответствуют  $\nu$  колебаниям  $\text{CO}_3$  группы в известняке [10, 11], который является основной фазой (рисунок 1а).

На наличие небольшого присутствия  $\text{H}_2\text{O}$  указывает малоинтенсивная частота у  $3642,9 \text{ см}^{-1}$ , принадлежащая  $\nu$  колебаниям ОН группы. Идентификация желтой примеси в ТИ показал присутствие  $\text{FeCO}_3$  ( $1429.0$ ;  $1421.3$ ;  $740.0 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{MgCO}_3$  ( $1459.9$ ;  $1448.0$ ;  $1429.0 \text{ см}^{-1}$ ) и кристаллического кальцита ( $713.0$ ;  $874.8$ ;  $1417.5$ ;  $1413.7 \text{ см}^{-1}$ ). То есть ТИ пригодна для синтеза  $\text{CaCl}_2$ . Его получение из ТИ проводили солянокислотным методом с последующей очисткой раствора  $\text{CaCl}_2$  по известной методике [12].

ИК спектроскопический анализ полученного  $\text{CaCl}_2$  показал, что широкая полоса поглощения в области ( $3441.0\text{--}3425.1$ )  $\text{см}^{-1}$  принадлежит  $\nu$  колебаниям  $\text{H}_2\text{O}$ , а частота у  $1626.3 \text{ см}^{-1}$  соответствует  $\delta$  колебаниям  $\text{H}_2\text{O}$  (рисунок 1б). Хлориду кальция соответствуют слабо интенсивные частоты у  $2169.7 \text{ см}^{-1}$  и в области ( $1469.7\text{--}1425.3$ )  $\text{см}^{-1}$ , а также

интенсивная частот у  $522.6 \text{ см}^{-1}$  [13]. Соотнесение частот ИК спектра полученного  $\text{CaCl}_2$  с литературными данными (рисунок б) указывают на получение чистого хлорида кальция.

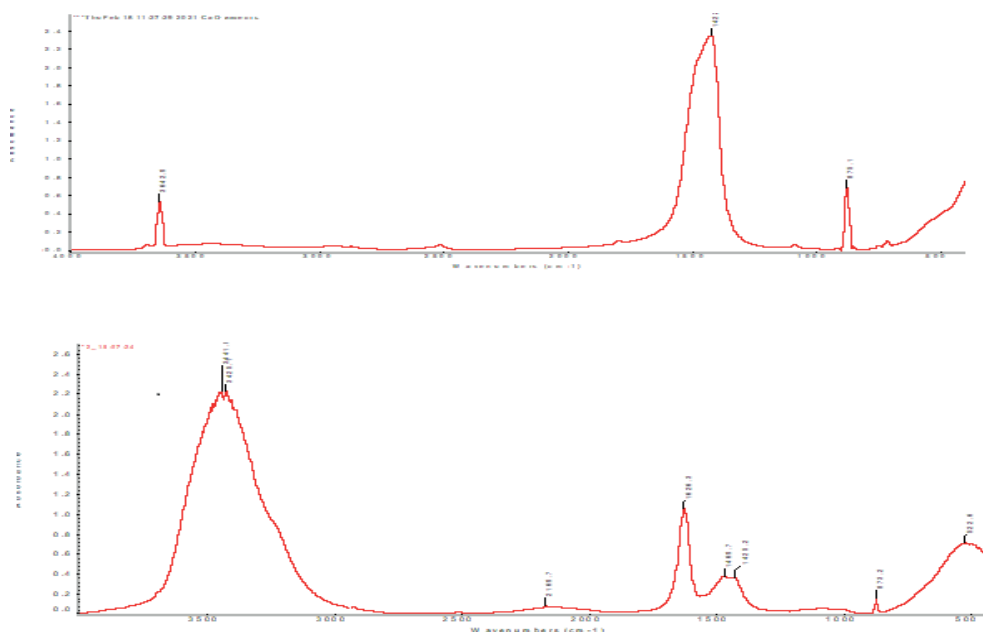


Рисунок 1 – ИК спектры исходной ТИ (а) и  $\text{CaCl}_2$ , полученного из ТИ (б)

Полученный хлорид кальций испытан в лабораторных условиях в качестве технологической жидкости глушения, применяемой в нефтедобывающей промышленности для глушения скважин. Исследование коррозионной активности составов жидкостей глушения с добавкой  $\text{CaCl}_2$  проводили гравиметрическим методом на стальных пластинах по общепринятой методике в морской и сточной воде. В таблице 1 приведены результаты изменения  $V_{\text{корр}}$  в зависимости от концентрации соли хлорида кальция в исследуемых типах вод.

Установлено, что добавка  $\text{CaCl}_2$  в морскую  $\text{H}_2\text{O}$  от 25.0 до 35.0 %, до концентрации, обеспечивающей заданную плотность ЖГ, снижает скорость в (1.53-9.85) раз по сравнению с контрольным опытом (без добавки  $\text{CaCl}_2$ ). В то время как введение  $\text{CaCl}_2$  в сточную воду в пределах тех же концентраций увеличивает скорость металла в (1.7-7.0) раз по сравнению с контрольным опытом. Опыты показали, что хлористый кальций усиливает антикоррозионные свойства ЖГ, приготовленной из морской  $\text{H}_2\text{O}$ . При этом наибольшая степень защиты (89.83 %) отмечена при концентрации  $\text{CaCl}_2$  равной 35 %. Вероятно, такое поведение хлорида кальция в морской  $\text{H}_2\text{O}$  обусловлено ее химическим составом. В морской  $\text{H}_2\text{O}$  содержание  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Fe}^{3+}$  соответственно на 2449.94; 24.7; 8375.2; 26.45 мг/л меньше, чем в сточной  $\text{H}_2\text{O}$ , а  $\text{K}^+$  наоборот больше на 49.8 мг/л. Анионный состав применяемых вод также различен. Содержание  $\text{Cl}^-$  ионов в морской  $\text{H}_2\text{O}$  на 21642 мг/л меньше, чем в сточной  $\text{H}_2\text{O}$ , а  $\text{SO}_4^{2-}$  ионов - на 2559.53 мг/л больше.



Таблица 1 – Влияние концентрации хлорида кальция на скорость коррозии в морской и сточной воде, продолжительность испытания 14 суток

$C_{CaCl_2}$ , %	Потеря массы, $\Delta m$ кор, г	$P$ , г/см <sup>3</sup>	$V$ корр., г/см <sup>2</sup> ·сут	$V_{корр}$ , мм/год	$Z$ , %
Морская H <sub>2</sub> O. Продолжительность испытания 14 суток					
25	0,0322	1,147	1,190	0,084	34,55
30	0,007	1,205	1,204	0,018	85,77
35	0,005	1,209	1,206	0,0130	89,83
Контроль: морская H <sub>2</sub> O	0,0492	1,015	1,014	0,128	отс.
Сточная H <sub>2</sub> O. Продолжительность испытания 7 суток					
25	0,0834	1,190	0,434	0,481	отс.
30	0,0574	1,205	0,299	0,331	отс.
35	0,0209	1,205	0,108	0,120	отс.
Контроль: сточная H <sub>2</sub> O	0,0120	1,015	0,062	0,069	отс.

В итоге суммарная минерализация и общая жесткость морской H<sub>2</sub>O в 3,1 раз меньше, чем в сточной H<sub>2</sub>O. По-видимому, в морской H<sub>2</sub>O хлорид кальция инициирует процесс образования саморазрушающейся твердой фазы [14], вследствие чего ЖГ на основе морской H<sub>2</sub>O проявляет низкую коррозионную активность [15]. Скорость коррозии морской воды с добавкой CaCl<sub>2</sub> не превышает установленный норматив (0,10-0,12 мм/год) [15, 16], поэтому использование CaCl<sub>2</sub> является допустимым при проведении внутрискважинных операций согласно требованиям. Введение же CaCl<sub>2</sub> в сточную воду, по-видимому, повышает ее минерализацию и общую жесткость, что приводит к образованию более агрессивной среды и к увеличению скорости коррозии.

Таким образом, в лабораторных условиях получен чистый хлорид кальция из технической извести. Показана возможность использования синтезированного CaCl<sub>2</sub> для получения жидкости глушения на основе морской воды. Скорость коррозии стальной пластины с  $C_{CaCl_2}$  равной 35 % снижается в 9.85 раз по сравнению с контрольным опытом, обеспечивая степень защиты 89.83 %, хлористый кальций.

### Литература

1. Электронный ресурс: В нефтегазовой отрасли extream.ru›V\_neftegazovoy\_otrasli\_KALTSIY... (Дата обращения 02.06.2022).
2. Миненко В.Г., Двойченкова Г.П. Применение кальций-хлоридных рассолов карьера «удачный» в условиях эксплуатации Иреляхского нефтяного месторождения. - 2007.- Семинар № 24. - С. 372-380. - Электронный ресурс: Применение кальций-хлоридных рассолов карьера... cyberleninka.ru›Грнти...-hloridnyk-rassolov...(дата обращения 02.06.2022).

3. Электронный ресурс: [ogneupor.ru/Инфо-центр/Статьи/kalcij-xloristyj](http://ogneupor.ru/Инфо-центр/Статьи/kalcij-xloristyj) Применение кальция хлористого (дата обращения 02.06.2022).
4. Аржанухина С.П. Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов// Строительные материалы. - 2009. - № 5. - С.14-15.
5. Аржанухина С.П. Нормативные документы технического регулирования дорожно-строительных материалов. Строительные материалы. - 2009. - №11. - С.4-5.
6. Аржанухина С.П. Современное состояние вопросов зимнего содержания автомобильных дорог. Строительные материалы. - 2010.- №5. - С.16-19.
7. Аржанухина С.П. Отраслевые особенности применения хлорида кальция. Строительные материалы. - 2010. - №105. - С.60-61.
8. Электронный ресурс: [ogneupor.ru/Кальций хлористый в Компании...](http://ogneupor.ru/Кальций хлористый в Компании...) (дата обращения 14.06.2022).
9. Электронный ресурс: Кальций хлористый Мастер саун | ПРИМЕНЕНИЕ [mastersaun.kz/katalog/dobavki...rastvorov...hloristyuu...](http://mastersaun.kz/katalog/dobavki...rastvorov...hloristyuu...)(дата обращения 14.06.2022).
10. Электронный ресурс: Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов [bstudy.net/837259/estestvoznanie/infrakrasnaya...](http://bstudy.net/837259/estestvoznanie/infrakrasnaya...) (Дата обращения 15.05.22).
11. Коровкин М.В. Инфракрасная спектроскопия карбонатных пород. - Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 80 с.
12. Электронный ресурс: Получение хлорида кальция из соляной кислоты... [chem21.info/info/1656220/...](http://chem21.info/info/1656220/...)(дата обращения 14.06.2022).
13. Электронный ресурс: [https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN\\_10043-52-4\\_IR1.htm](https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN_10043-52-4_IR1.htm) (дата обращения 04.06.2022).
14. Акимов О.В. Совершенствование технологий глушения скважин при интенсификации разработки низкопроницаемых терригеновых коллекторов: автореф. ...к. т. н.: 25.00.17. - Уфа: Уфимский гос. нефтяной технический ун-т. - 2011. - 24с. - Электронный ресурс: Совершенствование технологий глушения...[newdisser.ru/\\_avtoreferats/01004994889.pdf](http://newdisser.ru/_avtoreferats/01004994889.pdf) (дата обращения 16.06.22).
15. Исламов Ш.Р. Обоснование технологии глушения нефтяных скважин перед подземным ремонтом в условиях трещинно-поровых карбонатных коллекторов. Дис...к.т.н: 25.00.17. - МН и ВО РФ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет». - 2020. - 151с. - Электронный ресурс: Министерство науки и высшего образования Российской...[spmi.ru/sites/default/files/imci\\_images/sciens/...](http://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/...)(дата обращения 16.06.22).
16. РД 153-39-023-97 «Правило ведения ремонтных работ в скважинах».- 1997. - Краснодар: ОАО «НПО»Бурение». - 1997. - 92с.. - Электронный ресурс: "Правила ведения ремонтных работ" - [zakonbase.ru/content/base/7068/?print=1](http://zakonbase.ru/content/base/7068/?print=1) (дата обращения 16.06.22).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАМАЗУЧЕННОГО ГРУНТА «ОЗЕНМУНАЙГАЗ»

**У. Джусипбеков, Б. Утелбаев, У. Торобеков**

*АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы*

*e-mail: t\_t\_oral@mail.ru*

Нефтегазовая переработка является локомотивом экономики, одновременно порождает дополнительные проблемы, связанные с экологией окружающей среды в результате добычи и переработки, где образуется определенное количество отходов. При этом особого внимания заслуживают нефтеорганические соединения – так называемые замазученные грунты (ЗГ). Основное отличие их от нефтешламов состоит в низкой концентрации углеводородов и их производных. Разлитая нефть в замазученных грунтах ведет к тому, что она на поверхности рельефа образует мономолекулярный слой пленки, и загрязнение почвы вызывает существенные изменения в морфологических свойствах почвы. В результате закупорки её капилляров сильно нарушается аэрация, создаются анаэробные условия. Нефтяное загрязнение под факторами внешней среды может увеличиваться в размерах, испаряться, усваиваться живыми организмами, а также подвергаться трансформации. Под действием солнечных лучей процессы деструкции нефтесодержащих соединений значительно ускоряются, но с испарением легких фракций распространение нефтепродуктов в грунте существенно замедляется. Тяжелые нефтяные фракции со временем образуют стойкие к расслоению эмульсии с дождевыми водами. В целом, деградация нефтепродуктов происходит в результате химического, фотохимического, бактериального разложения, а также деятельности некоторых микроорганизмов и растений.

В разных регионах проблема очистки замазученного грунта имеет специфический характер, поскольку зависит от природно-климатических факторов. Объектом настоящей работы является замазученный грунт месторождения «Озенмунайгаз» Мангистауской области Республики Казахстан. Для решения поставленной проблемы в первую очередь проводился химический анализ ЗГ на органические и неорганические компоненты, которые составляют 11–14% и 86–89% масс., соответственно. Плотность замазученного грунта при 20°C в зависимости от залежания отходов на поверхности 2.146 г/см<sup>3</sup> и углублением составляет 1,984 г/см<sup>3</sup>. Начало кипения нефтеорганической части лежит в зависимости от глубины расположения замазученного грунта от 180 до 190°C. Основная масса (94%) представляет (% масс): парафино-нафтеновые углеводороды 26; арены 18; смолы 19; асфальтены 7 и другие 20. Работа проводилась поэтапно: в первую очередь изоляция замазученного грунта для устранения негативного воздействия нефтеорганики на окружающую среду и второе – использование их для получения целевых продуктов. По первой части предложена технология изолирования замазученного грунта доступными неорганическими соединениями.

В настоящее время продолжается изучение переработки и использования изолированных образцов замазученного грунта. Общее содержание сумма асфальтенов и смол в замазученном грунте не превышает 2.6–3.0 % масс. и использования их в виде связующего компонента для дорожных покрытий не оказывает достаточного эффекта.

Видимо содержание парафинов в замазученном грунте негативно влияет на связующие свойства асфальто–смолистых соединений. Интересным фактом является то, что поверхность изолированных образцов проявляет гидрофобность.

Таким образом, на основе применения современных технологий предложено изоляция замазученного грунта месторождения «Озенмунайгаз». Для полного решения проблемы переработки изолированных образцов работа продолжается.

## ИНСУЛИНДІ ИНКАПСУЛЯЦИЯЛАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН МАТРИЦАЛАРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

**Г.Е. Ерлан, Б.Б. Тюсюпова, С.М. Тәжібаева, Қ.Б. Мұсабеков**

*ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы*

*e-mail: erlan.gulzhan@mail.ru*

Инсулин глюкозаның жасушалармен сіңірілуін реттейтін, пептидтер негізіндегі гормон. Диабетпен ауыратын адамдар инсулиннің тұрақты дозаларын қабылдап тұруы қажет [1]. Бірінші және екінші типтегі қант диабетімен ауыратын науқастарда ұйқы безі қандағы қант мөлшерін реттеуге жеткілікті инсулинді бөле алмайды [2, 3].

Қандағы глюкоза деңгейін қажетті норма шегінде ұстап тұру үшін 1-ші типті қант диабеті бар адамдар күнделікті инсулин инъекцияларына мұқтаж. Қант диабетін емдеуде инсулин таптырмас дәрі болып қала беретіндігіне қарамастан, оның инъекциялық формасы оның кеңінен қолданылуына кедергі келтіреді. Инсулинді жеткізудің оңтайлы әдісі науқастар үшін психологиялық және әлеуметтік тұрғыдан қолайлы болуы тиіс [4]. Инсулинді пероралды жеткізу барысында инсулин ішектен бауырға тікелей жеткізіліп, сол арқылы гипогликемиялық әсерлерді болдырмау мүмкіндігі бар [5].

Мукоадгезивті полимерлерді асқазан ішек жолының шырышты қабығына жабыса алу қабілеттілігіне байланысты инсулинді инкапсуляциялауда қолдануға болады [6]. Мукоадгезивті, биоүйлесімді және биоыдырағыш қасиеттеріне байланысты биомедицинада, дәрілік заттарды тасымалдауда жиі қолданылатын табиғи полисахаридтердің бірі альгинат болып табылады. Гель түзілу, эмульгирлеу әдістерімен алынған альгинаттың микробөлшектері инсулинді пероралды түрде жеткізуде перспективті тасымалдығыштар бола алады [7].

Жұмыстың мақсаты инсулиннің пероралды формасын дайындауда инкапсуляциялаушы матрицаның негізі ретінде альгинат полисахаридінің асқазанның агрессивті ортасына тұрақтылығын арттыру үшін жабынды үлдір ретінде қолданылатын желатиннің хитозан, лимон қышқылы және L-глутамин қышқылы тәрізді қосылыстармен түзген үлдірлерінің реологиялық сипаттамаларын анықтау.

Инкапсуляциялаушы матрицаның негізі ретінде - ішектің шырышты қабатына әсер ету және ортаның әр түрлі рН мәнінде ісіну мүмкіндігіне байланысты альгинат полисахариді таңдап алынды.

Альгинаттың асқазанның агрессивті ортасына деген тұрақтылығын арттыруда, сонымен қатар құрылымдық қасиеттерін жақсарту мақсатында оған хитозан, L-глутамин қышқылы және лимон қышқылы тәрізді қосылыстардың желатинмен қоспасының әсері бақыланды. Қойылған мақсатқа жету барысында желатин және желатин-хитозан, желатин-L-глутамин қышқылы және желатин-лимон қышқылы негізінде үлдірлер алынып, олардың реологиялық сипаттамалары зерттелінді.

Зерттеу нәтижелері бойынша желатиннегізіндегі үлдірлерге хитозанды, лимон және L-глутамин қышқылдарын енгізу желатин үлдірінің беріктігін және серпімділік модулін арттыратындығы байқалды. Зерттеуде қарастырылған жүйелерден желатиннің L - глутамин қышқылымен тігілуінде төмен рН мәндерінде берік құрылым түзіп, асқазанның қышқыл

ортасының шарттарына төзетіндігін, ал сілтілік ортада осы жүйенің реологиялық сипаттамалары кеміп, ішек фазасында инкапсуляцияланған инсулиннің босап шығуына қолайлы жағдай тудырады деп болжалынды. Модельді асқазан ішек жолы ортасының рН мәндеріндегі үлдірлердің физика - химиялық, құрылымды - механикалық өзгерістері инфрақызыл спектроскопия әдісімен нақтыланды. Үлдірлердің әр түрлі рН (рН = 1.0; 4.01; 6.86; 9.18) орталарындағы инфрақызыл спектрлерінде C-H, C-OH, C=O, C-N, N-H, CH(NH<sub>2</sub>), CH<sub>2</sub>OH топтар жолақтарының байқалуы молекулааралық сутектік байланыстардың жоғарылауымен және ассоциативтік құрылымдардың түзілуімен байланысты болуы мүмкін.

### Әдебиеттер

1. Van Belle T.L., Coppieters K.T., Von Herrath M.G. Type 1 Diabetes: Etiology, Immunology, and Therapeutic Strategies // *Physiological Reviews*. - 2011. - Vol. 91(1). - P.79-118.
2. Shah R.B., Patel M., Maahs D.M., Shah V.N. Insulin delivery methods: Past, present and future // *International Journal of Pharmaceutical Investigation*. - 2016. - 6 (1). P.1-9.
3. Atkinson M.A., Eisenbarth G.S., Michels A.W. Type 1 diabetes // *Lancet*. - 2014. - Vol. 383 (9911). - P.69-82.
4. Brange J., Langkjaer, L., 1997. Insulin formulation and delivery. In: Sanders, L.M., Hendren, R.W. (Eds.), *Protein Delivery: Physical Systems*. - New York: Plenum Press, 1997. - P.343-410.
5. Sajeesh S, Sharma C.P. Cyclodextrin-insulin complex encapsulated polymethacrylicacid-based nanoparticles for oral insulin delivery // *Int. J. Pharm.* - 2006. - Vol. 325(1-2). - P.147-54.
6. Rahmani V. et al. Nanoencapsulation of insulin using blends of biodegradable polymers and in vitro controlled release of insulin // *J.Chem.Eng.Pro.Technol.* - 2015. - № 6. - P.1-8.
7. Reis C.P., Ribeiro A.J., Neufeld R.J., Veiga F. *Biotechnology and Bioengineering*. - 2007. - №96. - P.977-989. - <http://dx.doi.org/10.1002/bit.21164>



## РАДИАЦИОННО-МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ и $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$

С.Х. Егамедиев<sup>1</sup>, С. Хужаев<sup>1</sup>, А. Турабоев<sup>2</sup>, К.А. Раззакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт ядерной физики АН РУЗ, Ташкент, Узбекистан*

<sup>2</sup> *Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан*

**Аннотация.** Среди радионуклидных генераторов наиболее широко используется генератор  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ . Из-за своих благоприятных ядерно-физических характеристик ( $T_{1/2} = 6,02 \text{ h}$ ;  $E_{\gamma} = 0,140 \text{ MeV}$ ) радионуклид  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  является идеальным инструментом медиков для диагностических исследований. В большинстве случаев практике используются хроматографические генераторы на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Такой же сорбент используется и в генераторе  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , дочерний радионуклид ( $^{188}\text{Re}$ ) которого, широко применяется медиками как терапевтическое средство.

**Ключевые слова.**  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  и  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , генератор,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ .

Основной проблемой хроматографических генераторов  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  является выход дочернего радионуклида из генераторной колонки, иными словами полнота вымывания равновесного  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  из генератора. Многие исследователи занимались этой проблемой, предлагая разные варианты увеличения выхода  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  из генератора. Основное в предлагаемых вариантах состоит в добавлении в систему или использовании окислительных агентов. Так, в работе [1] предлагается использовать  $\text{MnO}_2$  как сорбент для материнского радионуклида  $^{99}\text{Mo}$ . Авторы работы [2] использовали добавление в систему хромат ионов ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) и ионов железа в виде  $\text{FeCl}_3$ . Однако эти предлагаемые варианты не нашли практического применения.

Причинами низкого выхода  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  из генератора могут быть следующие факторы: в результате  $\beta$ -радиации образование гидратированного электрона ( $e^-_{\text{aq}}$ ); радиолиз в системе и образование атомарного водорода ( $\text{H}^{\bullet}$ ); восстановление  $\text{Mo(VI)}$  до  $\text{Mo(V)}$  – появление голубой окраски на сорбенте. И как результат всех перечисленных факторов восстановление  $\text{Tc(VII)}$  до состояний  $\text{Tc(VI)}$  и  $\text{Tc(V)}$ , которые сильно удерживаются в колонке за счет большей сорбируемости на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Такие же процессы могут происходить и в генераторе  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  с восстановлением семивалентного рения до низких валентных состояний и удержанием  $^{188}\text{Re}$  в генераторной колонке. Следовательно, для увеличения выхода дочернего радионуклида необходимо предотвратить восстановление  $\text{Tc(VII)}$  в системе или каким-то образом нейтрализовать действие восстановительных агентов – продуктов радиолиза.

Одним из таких приёмов может оказаться модифицирование сорбента  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в поле  $\gamma$ -радиации. Известно, что при обработке неорганических материалов в поле гамма радиации могут происходить изменения в их свойствах. Так, полупроводники  $n$ -типа могут превратиться в полупроводники  $p$ -типа и, тем самым, оказаться акцепторами гидратированных электронов [3].

Именно с этой точки зрения и были исследованы свойства оксида алюминия, обработанного в поле гамма радиации при использовании его в качестве сорбента

материнского радионуклида  $^{99m}\text{Tc}$  генераторах технеция-99m и рения-188. Для определения окислительного свойства гамма-облученного оксида алюминия использовали окисление ионов:  $\text{I}^- \rightarrow (1/2)\text{I}_2$ ;  $\text{Br}^- \rightarrow (1/2)\text{Br}_2$ ;  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Mo}^{5+} \rightarrow \text{Mo}^{6+}$ . Определение окисленных форм ионов проводились известными методами: например,  $\text{I}_2$  и  $\text{Br}_2$  – титрованием с помощью тиосульфата ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ );  $\text{Fe}^{3+}$  – титрованием с помощью роданид-иона ( $\text{CNS}^-$ );  $\text{Mo}^{6+}$  – определением точки исчезновения синего цвета пентавалентного молибдена. Выбор окисляемых ионов  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$  и  $\text{Fe}^{2+}$  объясняется тем, что энергии, затрачиваемые на отрыв одного электрона, у этих ионов очень близки и методики определения окисленных форм  $\text{I}_2$ ,  $\text{Br}_2$  и  $\text{Fe}^{3+}$  общеизвестны и легко выполнимы. Так, энергия, затрачиваемая на отрыв одного электрона, у этих ионов при  $\text{pH} = 2,0$  составляет:  $\text{I}^-$  - 4,42 эВ;  $\text{Fe}^{2+}$  - 4,57 эВ;  $\text{Br}^-$  - 4,88 эВ.

Результаты экспериментов с гамма-обработанным оксидом алюминия по окислению ионов в одноэлектронных переходах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Окисление некоторых ионов на облученном  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Интегральная доза облучения <i>Рад</i>	Количество окисленных ионов в 1 г $\text{Al}_2\text{O}_3, \times 10^{18}$			
	$\text{MoO}_2^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$(1/2)\text{I}_2$	$(1/2)\text{Br}_2$
$10^6$	0,80	0,14	0,90	–
$10^7$	3,87	0,35	4,27	2,03
$10^8$	19,70	1,12	20,52	11,90
$10^9$	19,93	1,14	20,60	12,13

Результаты тестирования экспериментальных генераторов, с номинальной активностью по  $^{99}\text{Mo}$  18,5 ГБк (500 мКюри), на дату изготовления приведены в таблице 2. Тестирование генераторов проводилось в течение двух недель. В таблице 2 показаны средние значения характеристик полученных за 15 дней тестирования. Результаты показывают, что контролируемые характеристики стабильны в процессе использования генераторов, причем выход технеция-99m существенно улучшается при использовании облученного оксида алюминия.

Таблица 2 – Качественные характеристики генератора

Доза облучения $\text{Al}_2\text{O}_3$ , <i>Рад</i>	Выход $^{99m}\text{Tc}$ , %	Радиохимическая чистота, %	Содержание, %
$1 \cdot 10^7$	58,2	99,9	менее $10^{-3}$
$5 \cdot 10^7$	67,3	99,8	менее $10^{-3}$
$1 \cdot 10^8$	87,3	99,9	менее $10^{-3}$
$5 \cdot 10^8$	88,7	99,8	менее $10^{-3}$
без облучения	47,3	99,8	менее $10^{-3}$

### **Литература**

1. Meloni S., Brandone A. A New Technetium 99m Generator Using Manganese Dioxide // International Journal of Applied Radiation and Isotopes. - 1968. - № 19. - P.164-166.
2. Ramamoothy N., Vanaja P., Saraswathy P., Mani R.S. Development of a New <sup>99m</sup>Tc Generator Using Neutron Irradiated Titanium Molybdate as Column Matrix, IAEA-SR-131/23. - 1986. - 17 p.
3. Hauffe K.. About the Electronic Mechanism of Adsorption, In "Electronic Phenomena in Adsorption and Catalysis on Semiconductors"- M: Mir, 1969. - 718 p.

## CAPTURING CARBON DIOXIDE IN BIOCARBON SORBENTS BASED ON RICE HUSKS FOR CONVERSION TO SYNTHETIC FUEL

**A.A. Zhunusbek<sup>1,2</sup>**

Scientific adviser: **B.K. Dinistanova<sup>2</sup>**, Senior teacher

<sup>1</sup> «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences» JSC, Almaty

<sup>2</sup>al-Farabi Kazakh National Univetsity, Almaty

e-mail: arailymniskzl@gmail.com

Carbon capture is an effective problem solution to reduce the emitted CO<sub>2</sub> from the burning of fossil fuels. Over carbon dioxide production is the largest contributor to global warming of anthropic origin [1]. CO<sub>2</sub> is consistently produced in excess through various human activity [1, 2]. As a potential method to counteract the serious environmental threat of global warming, reduction of CO<sub>2</sub> is of serious interest to scientists worldwide [1]. Technologies for carbon capture and storage (CCS) have been widely studied as a viable method to reduce carbon emissions and mitigate the climate change effect [2–4]. Research into CO<sub>2</sub> sorption and separation is currently being carried out in a wide variety of areas.

Rice husk is composed of cellulose (35%), hemicellulose (25%), lignin (20%), crude protein (3%) and ash (17%) [7]. An estimated of 500 million tons per year of rice crop is produced worldwide [5]. Isolation from the rice husk waste generated from the cereal process [8, 9] can provide an attractive, low cost method of producing cellulose [6]. Following this, it could provide an efficient base method to produce cellulose related CO<sub>2</sub> adsorptive compounds. As well as being abundant and readily available, celluloses non-toxicity, resistance and the fact that its surface can be modified by chemical treatments make it an attractive candidate for CO<sub>2</sub> sorption [5, 6]. Rice husk has the potential to be converted into high-quality porous biochar. However, the high silicon content may hinder the formation of porous carbon, as the minerals in the precursor act as a barrier to the diffusion of heat and the release of volatiles degraded during carbonization [10, 11]. Thus, the key to the construction of porous biochar with abundant pores lies in the targeted design of the unique organic carbon–silica three-dimensional network structure of rice husk.

Rice husk treated with base solution, gel mixture, then provided thermal treatment in muffle furnace at 550 °C for 6 hours. By the way obtained a high purity of silica based nanomaterial. A Ni based catalyst used to create as a pore structure in silica framework. Catalyst was evaluated to obtain methane gas from captured CO<sub>2</sub>.

### References

1. Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change - Cambridge: Cambridge University Press, 2007. - 976 p.
2. Songolzadeh M., Soleimani M., Takht Ravanchi M., Songolzadeh R. Carbon dioxide separation from flue gases: A technological review emphasizing reduction in greenhouse gas emissions // Sci World J. - 2014.

3. Abanades J.C., Arias B., Lyngfelt A., Mattisson T., Wiley D.E., Li H. *et al.* Emerging CO<sub>2</sub> capture systems // *Int J Greenh Gas Control*. - 2015. - №40. - P.126-166.
4. Flude S., Johnson G., Gilfillan S.M.V., Haszeldine R.S. Inherent tracers for carbon capture and storage in sedimentary formations: composition and applications // *Environ Sci Technol*. - 2016. - Vol.50. - P.7939-7955.
5. Bernard F.L., Duczinski R.B., Rojas M.F., Fialho M.C.C., Carreño L.Á., Chaban V.V., *et al.*, Cellulose based poly(ionic liquids): Tuning cation-anion interaction to improve carbon dioxide sorption // *Fuel*. - 2018. - Vol.211. - P.76-86.
6. Bernard F.L., Rodrigues D.M., Polesso B.B., Donato A.J., Seferin M., Chaban V.V., *et al.* New cellulose based ionic compounds as low-cost sorbents for CO<sub>2</sub> capture // *Fuel Process Technol*. - 2016. - Vol.149. - P. 131-138.
7. Ugheoke I.B. , Mamat O. A critical assessment and new research directions of rice husk silica processing methods and properties // *Maejo Int J Sci Technol*. - 2012. - №6.- P.430-448.
8. Nascimento P., Marim R., Carvalho G., Celso R., Cid G., Celso R. *et al.* Nanocellulose produced from rice hulls and its effect on the properties of biodegradable starch film // *Mater Res*. - 2015. - №19. - P.1-8.
9. Lau L.C., Lee K.T., Mohamed A.R. Simultaneous SO<sub>2</sub> and NO removal using sorbents derived from rice husks: an optimisation study // *Fuel*. - 2011. - №90. - P.1811-1817.
10. Enders A., Hanley K., Whitman T. *et al.* Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance // *Bioresour. Technol*. - 2012. - №114. - P.644-653.
11. Xu Y., Chen B. Investigation of thermodynamic parameters in the pyrolysis conversion of biomass and manure to biochars using thermogravimetric analysis // *Bioresour. Technol*. - 2013. - №146. - P.485-493.

## ҚАЛДЫҚТАРДАН СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАРЫНЫҢ БӨЛІНУІ

**С.А. Исабекова**

Ғылыми жетекшісі: х.ғ.к. **А.Г. Исмаилова**

*ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы*

*e-mail: sairaisabekova99@gmail.com*

Қазақстан жер аумағы бойынша ірі мемлекеттер арасында тоғызыншы орында және Республика аумағында Менделеевтің периодтық жүйесінің барлық дерлік элементтері кездеседі. Негізгі ресурстары ретінде жанғыш пайдалы қазбаларды айтуға болады, атап айтқанда – көмір. Соңғы уақытта көмір кен орындары тек энергетикалық шикізат ретінде ғана емес, сонымен қатар бағалы элементтердің көзі ретінде көбірек қарастырыла бастады. Ол өнеркәсіп қажеттіліктері үшін металдарды тұтынудың өсуіне байланысты. Техногенді қалдықтарға жататын көмір күлінің құрамында бағалы элементтердің жоғары, кейде өнеркәсіптік маңызы бар концентрациялары бар. Оның ішінде сирек жер металдарын (СЖМ) атап өткен жөн. Сирек жер металдары – қазіргі замандағы жоғары технологиялар өндірісінде жоғары температурада асқын өткізгіштігіне байланысты үлкен сұранысқа ие шашыраңқы кездесетін лантанидтер тобы. Сирек жер металдарының рудалары болғанымен, олар жер қыртысында шашыраңқы, аз концентрацияда кездеседі. Сол себепті, оларды қалдықтардың құрамынан бөліп алу – өзекті мәселе.

Сирек жер металдары Қазақстан жерінде көмір құрамында ілеспелі түрде жүреді. Айта кетсек, Қарағанды, Екібастұз, Қаражыра, Майкүбен, Шұбаркөл көмір бассейндерінде кездеседі. Осы көмір бассейндеріне талдаулар жүргізу арқылы көмірде әртүрлі мөлшерде Ce, Gd, Dy, Er, кейде Ho, Lu, Nd барын анықталған және иттрий топшасының элементтерінің көмірде әдетте церийге қарағанда жоғары концентрациясы бар. Көмірдегі Y және Yb барлық жерде спектроскопиялық әдіспен қарастырылады. Шұбаркөл көмірінде Y мөлшері 2-30 г/т (17-200 г/т күл), Yb – 0,4-5 г/т (1,7-25 г/т күл) дейін кездеседі. Жер қыртысында Sc орташа мөлшері 0,0022%, сазды жыныстарда 0,00013%, көмірде Sc 50-60% құрайды, бірақ оның концентрациясы күлде 100-ге дейін, тіпті 300-500 г/т дейін жетеді. Иттрий топшасының элементтері (Dy, Ho, Er, Tu) негізінен жеңіл фракцияларда (1,4 г/см<sup>3</sup> дейін) жиналады, La барлық фракцияларда салыстырмалы түрде біркелкі таралады [1].

Астана, Алматы, Ақмола, Ақтөбе, Жезқазған, Қарағанды облыстарының жылу электр станциялары жоғарыда келтірілген энергетикалық бассейндердің көмірімен жұмыс істейді. Бұл нысандардан күл және қож қалдықтарының жылдық жалпы шығарылымы 4-5 млн тоннадан асады, ал үйінділердегі ұзақ мерзімді қорлар 50-60 млн тоннаға жетеді. Орташа есеппен алғанда, бұл элементтердің кем дегенде 2000 тоннасы қалдықтарда шоғырлануы мүмкін. Осыған байланысты технологиялық тұрғыдан күл және қож қалдықтарынан СЖМ өндіру үшін оларды бөліп алу әдістемелерін зерттеп ұсыну мақсаты қойылған.

Лантанидтерді бөлудің заманауи схемалары тиімді әдістерді қолдануға негізделген: сұйық экстракция және ион алмасу. Кейбір технологиялық схемаларда оттегімен, хлормен, сутегі асқын тотығымен селективті тотығу және мырыш, мырыш және натрий



амальгамаларымен селективті тотықсыздандыру әдістері қолданылады [2]. Көмір күлінің құрамынан СЖМ бөліп алу технологияларын, сондай-ақ шетелдік мақалаларда да қарастырылған. Лантанидтердің қасиеттерінің ұқсастығына байланысты оларды бөлу қиын жұмыс болып табылады. [3] әдебиетте сирек жер металдарының құрамы бойынша әртүрлі сорттағы көмірлердің 14 сынамасы зерттелген, олардың ішінен СЖМалуда тәжірибе үшін көмір күліндегі максималды СЖМ мөлшері 700 промилледен жоғары антрацит көмірінің үлгісі таңдалған. Күлді жоғары температурада азот қышқылымен ерітіп, әртүрлі органикалық экстрагенттерді, атап айтқанда трибутилфосфат, Суанех 572, ди-(2-этилгексил)фосфор қышқылын (Д2ЭГФК) және олардың комбинациясын пайдаланып еріткішпен экстракциялау жүргізген. Д2ЭГФК экстракциялау сынақтарының осы сериясындағы ең жақсы экстрагент екендігін дәлелдеген, ол 99 пайызға жуық СЖМ бөліп алуды қамтамасыз етеді. Қытайдағы ғалымдар күлді сілтілік балқыту арқылы өңдеу арқылы СЖМ бөлу технологиясын зерттеген [4]. Бұл жұмыста объект ретінде көмір күлі үлгісін және үлгідегі Y, La, Ce, Pr және Nd бес сирек жер элементтерін алып, әртүрлі сілті ағындарымен (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaCl, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>) көмір күлінің сілтілі еріту процестерінің механизмін зерттеді. Нәтижелер құрамында оксианиондары бар Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH және KOH көмір күлі құрылымын бұза алатынын және көмір күлінен СЖМ бөлу тиімділігін тиімді жақсартатындығын көрсеткен. АҚШ-тағы негізгі көмір бассейндерінен алынған көмір күлі үлгілерін [5] күйдіру әдісімен өңдеген. Шығыс Словакиядағы жылу электр станциялары жұмыс істейтін көмірдің қатты күл сынамаларында 50,1 мг/кг La, 100,1 мг/кг Ce және 44,3 мг/кг Nd бар екені расталды

[6]. Бұл жұмыста 3M HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> және H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> көмегімен 80°C температурада 120 минут бойы күлден СЖМ ерітудің зертханалық нәтижелері берілген. Ерітіндіге 65,5% La, 64,4% Ce және 64,3% Nd экстракциясы үшін күл бөлшектерінің өлшемін 5 мкм-ден азайтқаннан кейін қол жеткізуге болатындығын анықтаған. Оңтүстік Корея ғалымдары [7] тізбекті экстракция арқылы көмір күліндегі СЖМ алуды зерттеген. Көмір күлінің негізгі құрамдас бөліктері негізінен Si, Fe, Al және Ca-дан тұратын минералды оксидтер және қалдық көміртек екені анықталды. Қалдықтар мен күлде сәйкесінше 185,8 мг/кг және 179,2 мг/кг СЖМ бар.

Біздің зертханада Астана қаласының жылу электр станциясында қолданылатын Екібастұз көмірінің қалдығы – күлі зерттелді. Күлді еріту үшін ашық және автоклавты жүйеде бейорганикалық қышқылдардың және қоспаларының (HNO<sub>3</sub>, HCl, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>+HF, HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) концентрленген ерітінділері қолданылды. Барлық алынған үлгілер қышқылдарда толық еріген жоқ. Фильтрат пен тұнбаны бөліп алып, ерітіндідегі СЖМ мөлшері ICP-MS-пен анықталды. СЖМ мөлшері 2,5-6,8 мкг/л құрайды, оның ішінде 0,7 мкг/л Y, 0,8 мкг/л Ce, 1,4 мкг/л Nd, 1,5 мкг/л Du салыстырмалы түрде біраз мөлшері бар.

Сирек жер металдарын зерттеу үшін модельді ерітіндіден диспрозийді Д2ЭГФК-керосин жүйесімен бөлудер  $n \sim 2$ ,  $\rho_{\text{жүйе}} = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л,  $\rho_{\text{Д2ЭГФК}} = 0,304$  моль/л оптималды жағдайларында экстракция әдісі қолданылды. Сонымен қатар, зертханада Қаражыра, Майкүбен, Шұбаркөл көмір күлдерін зерттеу жоспарлануда. Олардың құрамында Y, La, Sc және Nd бар екендігі рентгенфлуоресцентті талдаумен анықталған.

Қорытындылай келе, Қазақстанда жылу электр станцияларында көмір тонналап қолданылатындықтан, көмір күлін өңдеу – перспективті. Сирек жер металдарын бөліп



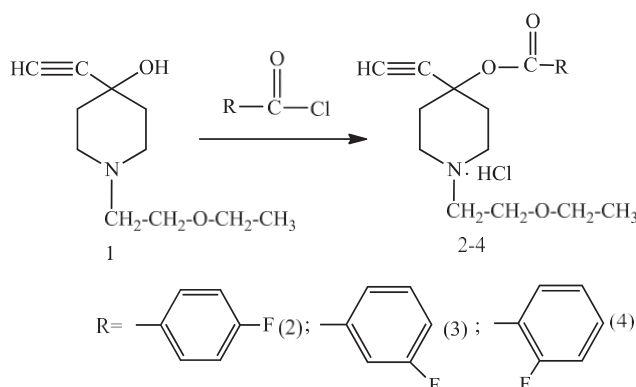
алудың альтернативті жолын анықтап зерттеу, яғни көмір күлінен бөліп алу қазіргі таңда өзекті екендігі туралы болжам дәлелденді. Болашаққа мақсаттар мен міндеттер қойылды, зерттеу жұмыстары жүргізіледі. Көмір күлін ерітудің, СЖМ бөліп алудың технологиялық әдістемелері тұжырымдалды.

### Әдебиеттер

1. Ермегалы М.М. О содержании редких и редкоземельных элементов в углях Шубаркольского месторождения // Молодой ученый. - 2018. - № 47 (233). - С. 214-215.
2. 24-2020 И.П. редких и редкоземельных металлов - 2020. - 329 p.
3. Peiravi M. et al. Chemical extraction of rare earth elements from coal ash // Miner. Metall. Process. Society for Mining, Metallurgy and Exploration.- 2017. - Vol. 34, № 4. - P.170-177.
4. Tang M. et al. Extraction of rare earth elements from coal fly ash by alkali fusion-acid leaching: Mechanism analysis // Int. J. Coal Prep. Util. Routledge. - 2022. - Vol. 42, № 3. - P. 536-555.
5. Taggart R.K., Hower J.C., Hsu-Kim H. Effects of roasting additives and leaching parameters on the extraction of rare earth elements from coal fly ash // Int. J. Coal Geol. .- 2018. - Vol. 196. - P.106-114.
6. Znamenáčková I. et al. Study of extraction of rare earth elements from hard coal fly ash // Inz. Miner. Polish Mineral Engineering Society. - 2020. - № 2. - P. 229-232.
7. Park S. et al. Characterization of rare earth elements present in coal ash by sequential extraction // J. Hazard. Mater.. - 2021. - Vol. 402.



полосы поглощения простой эфирной связи N-заместителя в области 1109-1119 см<sup>-1</sup> (таблица 1).



Выходы, физико-химические характеристики и данные элементного анализа соединений (2-4) приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Выходы и физико-химические характеристики гидрохлоридов фторбензойных эфиров (2-4)

Соединение	Выход, %	R <sub>f</sub>	Т.пл., °С	Найдено Вычислено, %		ИК, см <sup>-1</sup> C=O сл.эф.
				С	Н	
2	86,0	0,83	106-107	<u>61,14</u> 60,76	<u>6,77</u> 6,51	1726
3	56,0	0,79	115-117	<u>61,21</u> 60,76	<u>6,65</u> 6,51	1731
4	61,0	0,77	147-149	<u>60,98</u> 60,76	<u>6,22</u> 6,51	1724

Наиболее информативными для доказательства строения гидрохлоридов сложных эфиров оказались спектры ЯМР <sup>13</sup>С (таблица 2).

Об образовании сложных эфиров свидетельствует появление в слабopольной области сигнала карбонильного углерода, в спектрах ЯМР <sup>13</sup>С (таблица 2) п-, м-, о-фторбензоилоксипроизводных (2-4) присутствуют синглетные сигналы углерода сложноэфирных карбониллов в области 161,25-163,43 м.д., синглетные сигналы С<sub>4</sub> атомов углерода остальных соединений резонируют в области значений 70,15-72,59 м.д., атом углерода соединений (2-4) при тройной связи С≡С проявляется в области 78,37-98,49 м.д., Кроме того, наблюдаются сигналы атомов углерода системы бензольных ядер. Различное положение атома фтора соединений (2-4) подтверждает сдвиг сигнала соответствующего

ароматического углерода в слабое поле (161-163 м.д.). Атомы углерода пиперидинового цикла и заместителей у атома азота проявляются в ожидаемой области.

Таблица 2 – Значения химических сдвигов атомов углерода в спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  гидрохлоридов сложных эфиров (2-4) ( $\delta$ , м.д.)

Соединение	Химические сдвиги ( $\text{CDCl}_3$ ), $\delta$ , м.д.						
	$\text{C}_{3,5}$	$\text{C}_{2,6}$	$\text{C}_4$	$\text{R}_1$	$\text{C}=\text{O}$	$\text{C}\equiv\text{C}$	$\text{N-CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
7	33,30	47,90	72,37	164,65; 116,28; 133,01; 128,94 <b>4-F-фенил</b>	163,43	98,49	55,20; 64,75; 66,14; 15,29
8	33,26	47,78	70,15	163,17; 116,33; 133,25; 131,35; 126,25 <b>3-F-фенил</b>	161,25	78,37	57,02; 64,77; 66,12; 15,39
9	33,22	49,65	72,59	163,08; 117,59; 118,50; 132,71; 136,35; 125,27 <b>2-F-фенил</b>	161,84	78,44	55,21; 64,64; 66,15; 15,38

Наличие сигналов в спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  атомов углеродов заместителей при азоте, а также заместителей в 4-положении полностью подтверждает приписываемую структуру синтезированных сложных эфиров.

Пара-, мета-, орто-фторбензойные эфиры 1-(2-этоксиэтил)-4этинил-4-гидроксипиперидина (2-4) под лабораторными шифрами А-4–А-6 были изучены на наличие антимикробной активности.

Изучение антимикробной активности вышеуказанных образцов проводилось по отношению к штаммам грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, грамотрицательных штаммов *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и к дрожжевому грибку *Candida albicans* методом диффузии в агар (лунок) [7]. Препараты сравнения – гентамицин для бактерий и нистатин для дрожжевого грибка *Candida albicans*.

Антимикробная активность образцов оценивалась по диаметру зон задержки роста тест-штаммов (мм). Диаметр зон задержки роста меньше 10 мм и сплошной рост в чашке оценивали как отсутствие антибактериальной активности, 10-15 мм – слабая активность,

15-20 мм – умеренно выраженная активность, свыше 20 мм – выраженная. Каждый образец испытывался в трех параллельных опытах.

По результатам исследования (таблица 3) было выявлено, что антимицробную активность проявили *мета*- и *орто*-фторбензойные эфиры казкаинового спирта под шифрами А-5, А-6, которые показали умеренно-выраженную антибактериальную активность в отношении грамположительного тест-штамма *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*. Образец А-6 обладает слабой антимицробной активностью в отношении дрожжевого грибка *Candida albicans*.

Таблица 3 – Результаты исследования антимицробной активности образцов А-4–А-6

	Наименование вещества	<i>St. aureus</i>	<i>Bac. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>
1	АА-4	-	-	-	-	-
2	АА-5	-	16±0,1	-	-	-
3	АА-6	18±0,1	-	-	12±0,1	15±0,1
	гентамицин	24 ± 0,1	21 ± 0,2	26 ± 0,1	27±0,1	-
	Нистатин	-	-	-		21 ± 0,2

Можно предположить, что введение атома фтора, наличие этоксиэтильного радикала при атоме азота и тройной связи в четвертом положении вызывают антимицробную активность. Однако, эта активность не проявилась у фторбензойного эфира с атомом фтора в пара- положении. Также фторбензойный эфир с атомом фтора в *орто*- положении проявил не только антимицробную активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, но и в отношении дрожжевого грибка *Candida albicans*.

Таким образом, введение атома фтора в структуру казкаина привело к проявлению противомикробной активности, атом фтора в *орто*- положении оказался оптимальным, так гидрохлорид *о*-фторбензоата 1-(2-этоксиэтил)-4-этинил-4-гидроксипиперидина проявил относительно более широкий диапазон противомикробной активности: в отношении *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, дрожжевого грибка *Candida albicans*.

### Литература

1. Пат. РФ № 1704415. 1-(2-этоксиэтил)-4-этинил-4-бензоилоксипиперидина, обладающий местноанестезирующей активностью (КАЗКАИН) / Пралиев К.Д., Исин Ж.И., Ю В.К. и др. //Опубл.08.07.96г.
2. Пралиев К.Д., Ю В.К., Поплавская И.А. Направленный синтез новых фармакологически активных веществ в ряду производных 4-этинил-4- гидроксипиперидина // Мат. 1-й Межд. конф. «Химия и биологическая активность азотистых гетероциклов и алкалоидов». 1т. - М. - 2001. - С.484–489.
3. Пичхадзе Г.М., Кадырова Д.М., Насырова С.Р., Имашова Ш.О., Амиркулова М.К., Пралиев К.Д., Ю В.К., Ахметова Г.С., Амантаева А.К. Углубленное изучение местноанестезирующей активности производного пиперидина МАВ-134 //Вестник НАН РК - 2010.- №4. - С.58-60.

4. Ахметова Г.С., Садырбаева Ф.М., Исаева У.Б., Пралиев К.Д., Сейлханов Т.М., Ю В.К., Султанова Д.А. Направленный синтез С- и N-замещенных фенилоксипропинилпиперидинов с противоинфекционным действием // Вестник КарГУ, Серия Химия. - 2017. - №3(87) - С. 56-63.

5. Akhmetova G.S., Issayeva U.B., Praliyev K.D., Korotetskaya N.V., Seilkhanov O.T. Synthesis of new derivatives of phenyloxypargyl piperidines // Химический журн.Казахстана. - 2018.- №3. - С.273-278.

6. Пат. РФ № 1746667. 1-(2-этоксиэтил)-4-этинил-4-оксипиперидин в качестве промежуточного соединения в синтезе гидрохлоридов 1-(2-этоксиэтил)-4-этинил-4-ацилоксипиперидинов, обладающих местноанестезирующей активностью (полупродукт КАЗКАИНА) / Пралиев К.Д., Исин Ж.И., Ю В.К. и др. // Опубл.08.07.96г.

7. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ, Минздрав РФ, «ИИА Ремедиум» - Москва, 2000. - 679 с.

*Работа выполнена в рамках ПЦФ КН МОН РК № BR10965255*

## КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОХИМИИ В КАЗАХСТАНЕ

**Кадирбеков К.А.**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы*

*e-mail: kkairati@mail.ru*

### **Нефтегазохимия**

Нефтегазохимия является частью химической промышленности, которая основана на продуктах переработки нефти, газового конденсата, попутного нефтяного и природного газа. В настоящее время на долю нефтегазохимии приходится от 5% до 10% в экономике стран мира.

Наличие в республике мощной сырьевой базы для нефтехимических производств: нефти, газоконденсата, природного газа – выдвигает нефтегазохимию в число приоритетных для резкого повышения экономического потенциала страны.

За последнее 20 лет выполнялись программы:

- Программа восстановления и развития химической и нефтехимической промышленности РК на 2001–2010 годы;
- Программа развития нефтехимической отрасли в Казахстане на 2004–2010 годы;
- Программа развития химической промышленности РК на 2006–2011 годы;
- Программа развития химической промышленности РК на 2010–2014 годы;
- ГПФИИР-1 и ГПФИИР-2.

Однако, к сожалению, выпуск базовых нефтехимических продукций до сих пор не налажен, единичные инновационные проекты реализуются очень долго.

В таблице 1 представлены объемы производства нефтегазохимической промышленности за 2020 год.

Таблица 1 – Нефтегазохимическая промышленность за 2020 год

*Данные МИИР РК*

Объем производства	Экспорт	Импорт
в натуральном выражении	в натуральном выражении	в натуральном выражении
370 тыс.тонн рост к 2010 году в 3,8 раз	376 тыс.тонн рост к 2010 году в 6,4 раз	619 тыс.тонн рост к 2010 году в 2,4 раз
в стоимостном выражении	в стоимостном выражении	в стоимостном выражении
66 млрд. тенге	154 млн. долл. США	690 млн. долл. США
рост к 2010 году в 5,7 раз	рост к 2010 году в 4,9 раз Китай (52%), РФ (38%), Кыргызстан (3%)	рост к 2010 году в 1,5 раза РФ (47%), Китай (22%), Узбекистан (6%), Корея (3%)



Доля нефтегазохимии в структуре химической промышленности – 14% (2020 г.). Доля химической отрасли в ВВП страны очень низкая – 0,6-0,7%. Данный показатель намного ниже показателя стран с развитой химической промышленностью, который в среднем составляет 5%. Химическая промышленность Казахстана до сих пор не достигла показателей начала 1990 года (доля химической промышленности в ВВП страны: 7,6% (1990 г.) и 5,2% (1992 г.)). Ныне индекс физического объема химической промышленности составляет всего 22-23% от его показателя 1990 года (рисунок 1). Динамика промышленного производства химической продукции показана на рисунке 2.



Рисунок 1 – Индекс физического объема химической промышленности за период 1992-2015 гг.

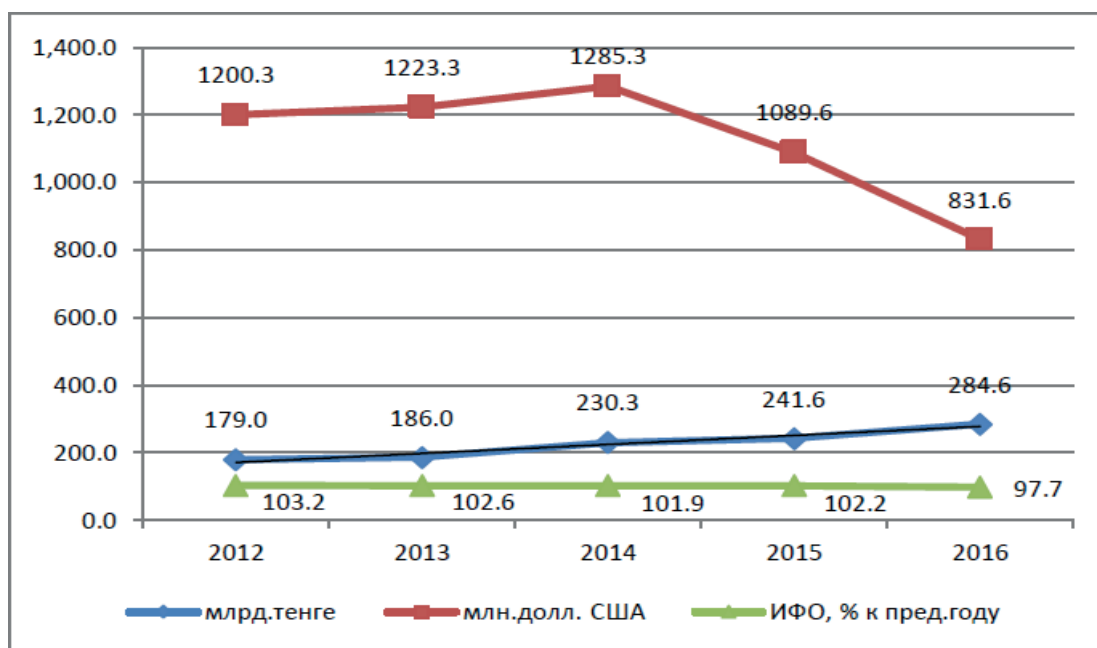


Рисунок 2 – Динамика промышленного производства химической продукции за 2012–2016 гг.

Продукция нефтегазохимии обладает высоким экспортным потенциалом (таблица 2). По приоритетным товарным группам импорт стран макрорегиона составляет более 20 млрд долл. США.

Таблица 2 – Основные виды сырья, полупродуктов и конечных продуктов нефтегазохимической промышленности

Сырье	Базовый полупродукт	Нефтехимикаты	Конечный продукт
Природный газ	Этилен	Спирты	Пластмассы
Этан	Пропилен	Оксиды	Синтетические смолы
Пропан	Бутилен	Гликоли	Синтетические волокна
Бутаны	Бензол	Альдегиды	Синтетический каучук
Прямогонные бензиновые фракции нефти и газового конденсата	Толуол Ксилолы Бутадиен Изопрен Стирол Метанол	Ангидриды Кислоты Кетоны и прочие	Синтетические моющие средства Лакокрасочные материалы и др.

В настоящее время свыше 80% всего объема казахстанского нефтехимического производства не имеет замкнутого технологического цикла, в результате в структуре отрасли преобладают усеченные схемы нефтехимических синтезов. Преобладание в нефтехимической отрасли капитало-, фондо- и энергоемких производств при отсутствии производств глубокой переработки нефти оказывает сильное дестабилизирующее влияние на динамику экономических процессов в отрасли и в республике в целом. Ныне, в Казахстане отечественные нефтехимические и химические производства обеспечивают лишь 20% потребностей внутреннего рынка. Доля потребления углеводородного сырья в Казахстане для нужд нефтехимии составляет 0,2%, при этом данный показатель в мире равен 35% (рисунок 3).

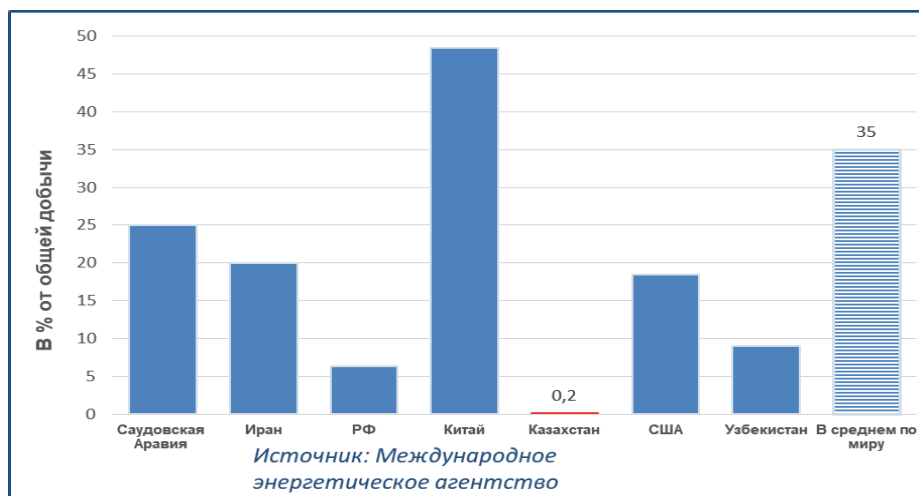


Рисунок 3 – Доля потребления промышленностью углеводородного сырья по странам мира (2018 г.) (данные МИИР РК)

В период с 2021–2025 годы будет привлечено инвестиций около 3,9 трлн. тенге в нефтегазохимические проекты (рисунок 4).

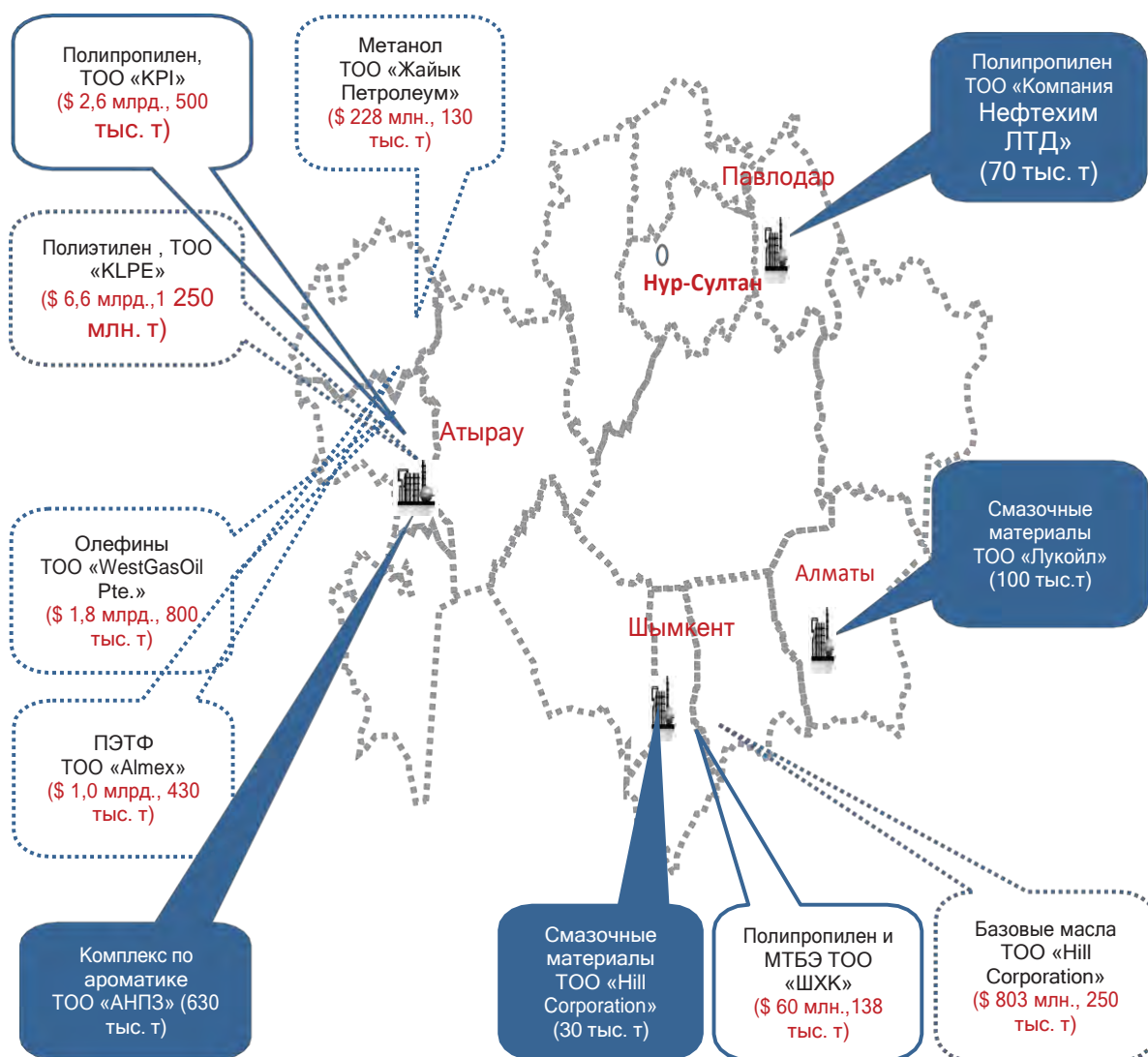


Рисунок 4 – Нефтегазохимические проекты Казахстана (данные МИИР РК)

- Действующие
- На этапе строительства
- Перспективные

### Концепция по формированию нефтегазохимии

Цель: Снижение зависимости экономики Казахстана от импорта через наиболее полное использование собственных сырьевых ресурсов (нефть, конденсат, природный и попутный газ) и научно-технического потенциала и создание производств экспортоориентированных нефтепродуктов и нефтехимического сырья для химической промышленности.

Задачи:

- 1) Переход от политики, направленной на импортозамещение к экспортоориентированной стратегии: создание прорывных производств, выпускающих конкурентоспособную на внешнем рынке нефтехимическую продукцию;
- 2) обеспечения их ресурсной базой;
- 3) обеспечения нефтегазохимическую отрасль квалифицированными кадрами.

Определяя стратегию развития углеводородного сектора экономики необходимо ориентироваться на самые передовые существующие в мире технологии. В качестве примера можно предложить схему комплексной переработки нефти и газа на нефтехимическом заводе в г. Лёйна (ФРГ) (рисунок 5). Мощность комплекса составляет 9,7 млн. тонн нефти в год.

На практике реализованы все процессы вторичной переработки нефти. Атмосферный остаток подвергается вакуумной ректификации, из вакуумного газойля каталитическим крекингом и гидрокрекингом получают дополнительные количества легких фракций, тем самым, повышая выход бензина и дизельного топлива из нефти. Из риформинг-бензинов практически полностью отделяются бензол и ароматические соединения, которые идут в нефтехимические синтезы. Каталитический крекинг обеспечивает нефтехимические синтезы простейшими олефинами этилен, пропилен, бутилен и изобутилен.

Конверсия природного газа водяным паром обеспечивает наличие на предприятии газообразного водорода и синтез-газа. Основная масса синтез-газа идет на производство метанола, а также на другие нефтехимические синтезы.

Следует отметить, что нефть и газ на этом предприятии перерабатываются на 100 %. Нет никаких газообразных жидких или твердых отходов. Побочные продукты одного процесса являются сырьем для другого процесса. На данном предприятии внедрены все самые передовые технологии известные до 1997 года, использование блочно-модульного принципа подбора реакторов и аппаратов позволяет вести непрерывный процесс замены узлов на более передовые и производительные аппараты и катализаторы. На этом предприятии были внедрены новые технологии, разработанные в СНГ.

На базе данного нефтехимического комплекса созданы производство практически всех видов полимеров, синтетического каучука, волокон и практически всех химикалий, получаемых из углеводородного сырья.

Далее, на рисунках 6–9 приведены потенциалы фракций и индивидуальных углеводородов, содержащихся в нефти, нефтяном и природном газе и продуктах их переработки.

#### **Собственные разработки в области нефтегазохимии**

Прогресс нефтехимии связан с проблемами катализа в области нефтехимических процессов. Главная движущая сила в области переработки углеводородного сырья – это создание новых более активных и селективных катализаторов для различных нефтехимических процессов.

В связи с этим, их глубокая переработка должна стать актуальной задачей нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности Казахстана.

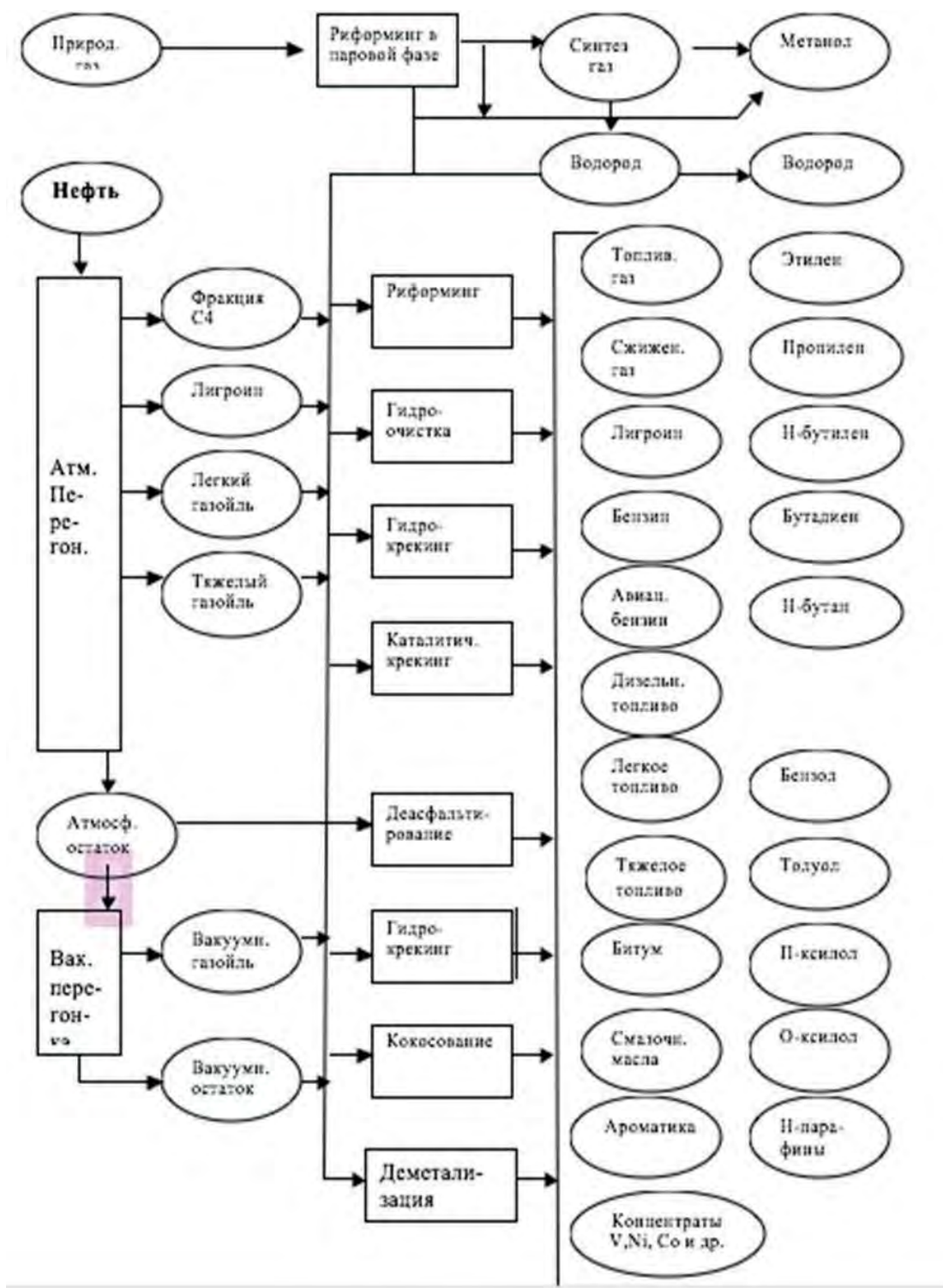


Рисунок 5 – Схема комплексной переработки нефти и газа на нефтехимическом заводе в г. Лейна (ФРГ). Мощность комплекса составляет 9,7 млн. тонн нефти в год

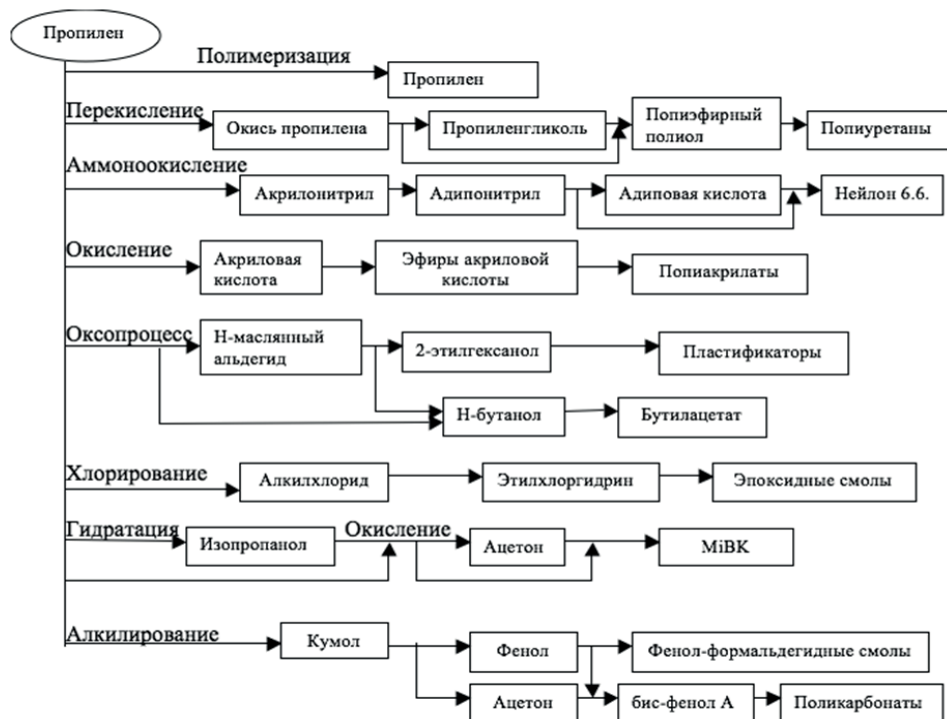
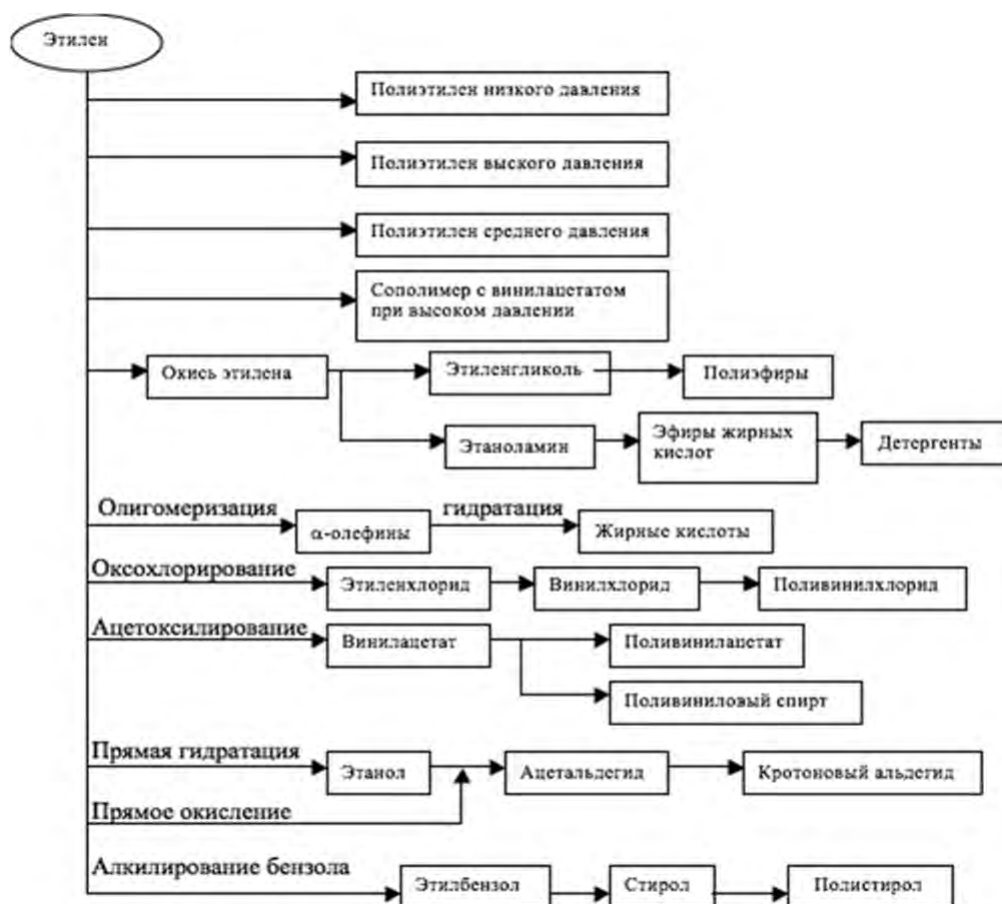


Рисунок 6 – Потенциал синтезов на базе этилена и пропилена



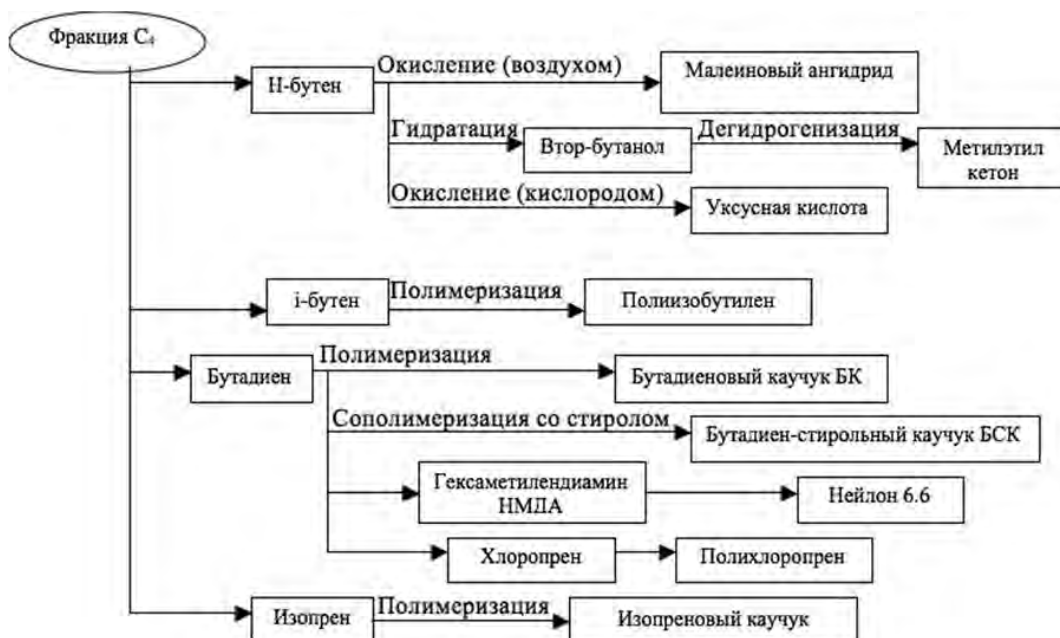
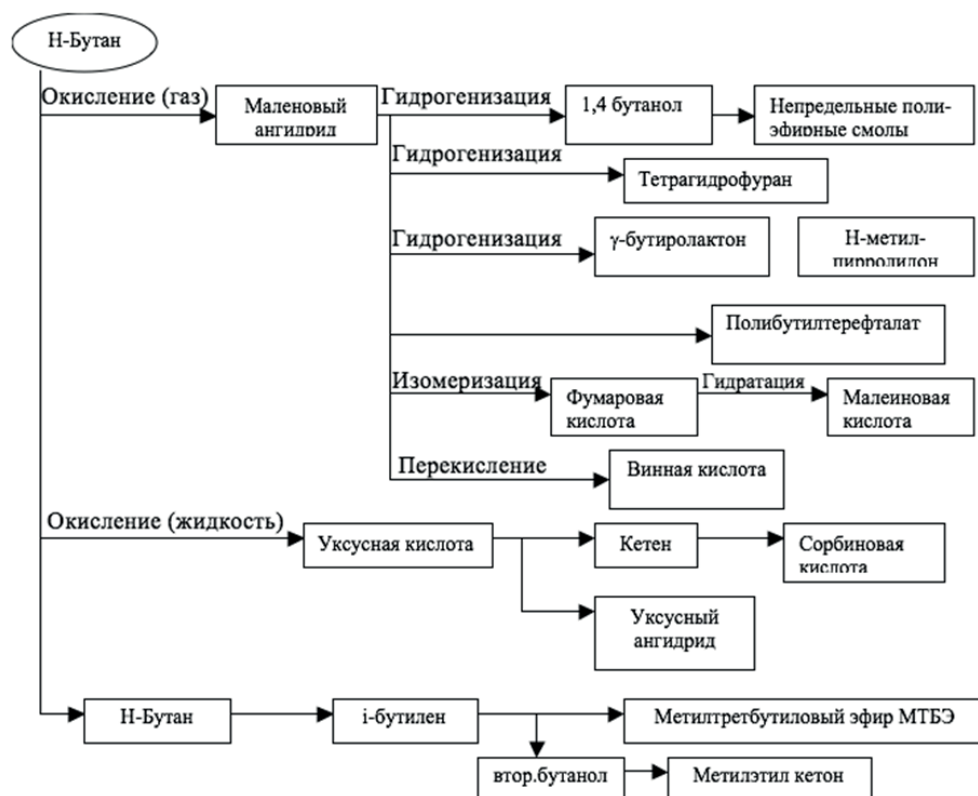


Рисунок 7 – Синтезы на базе C4



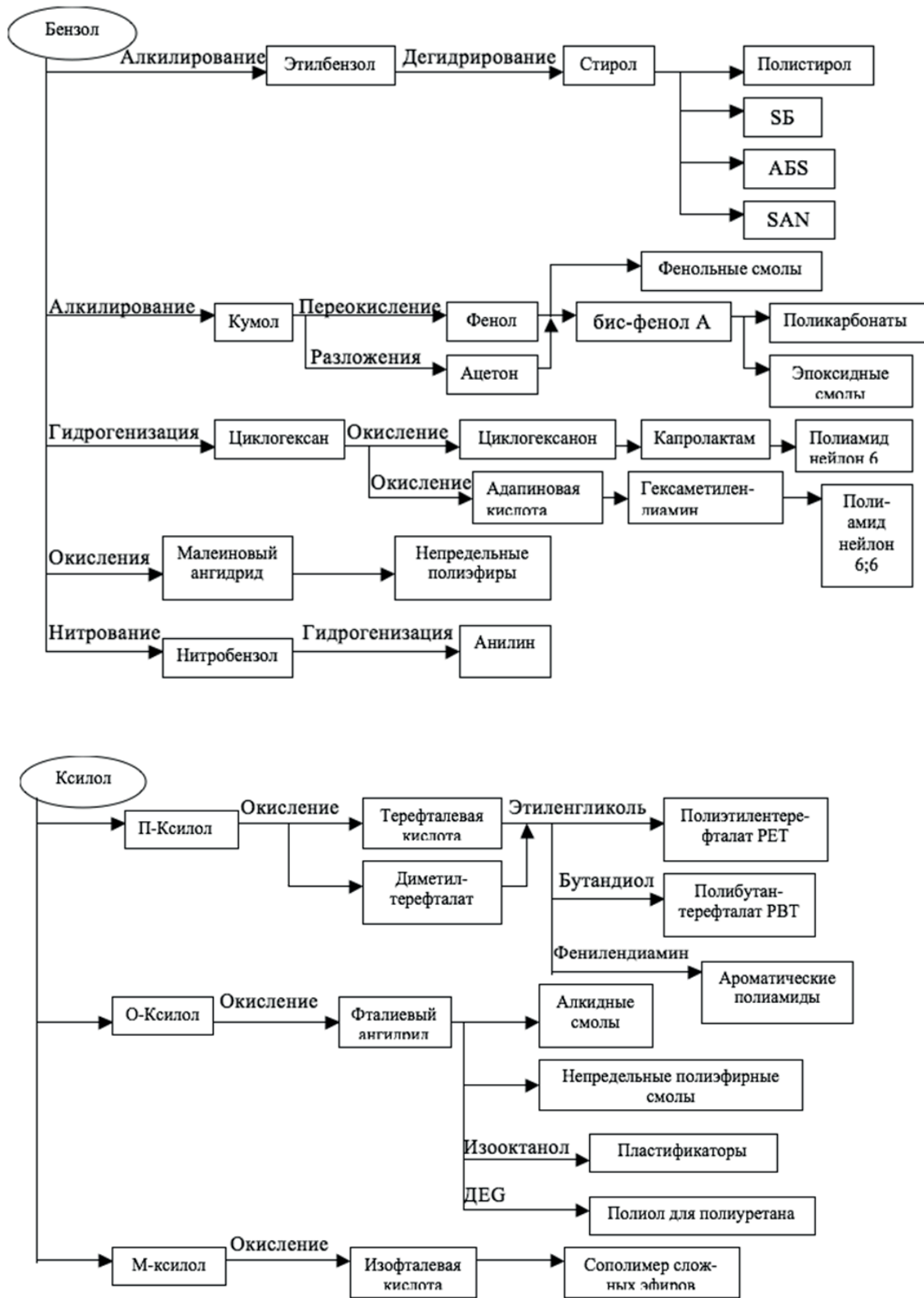


Рисунок 7 – Синтезы на базе бензола и ксилола

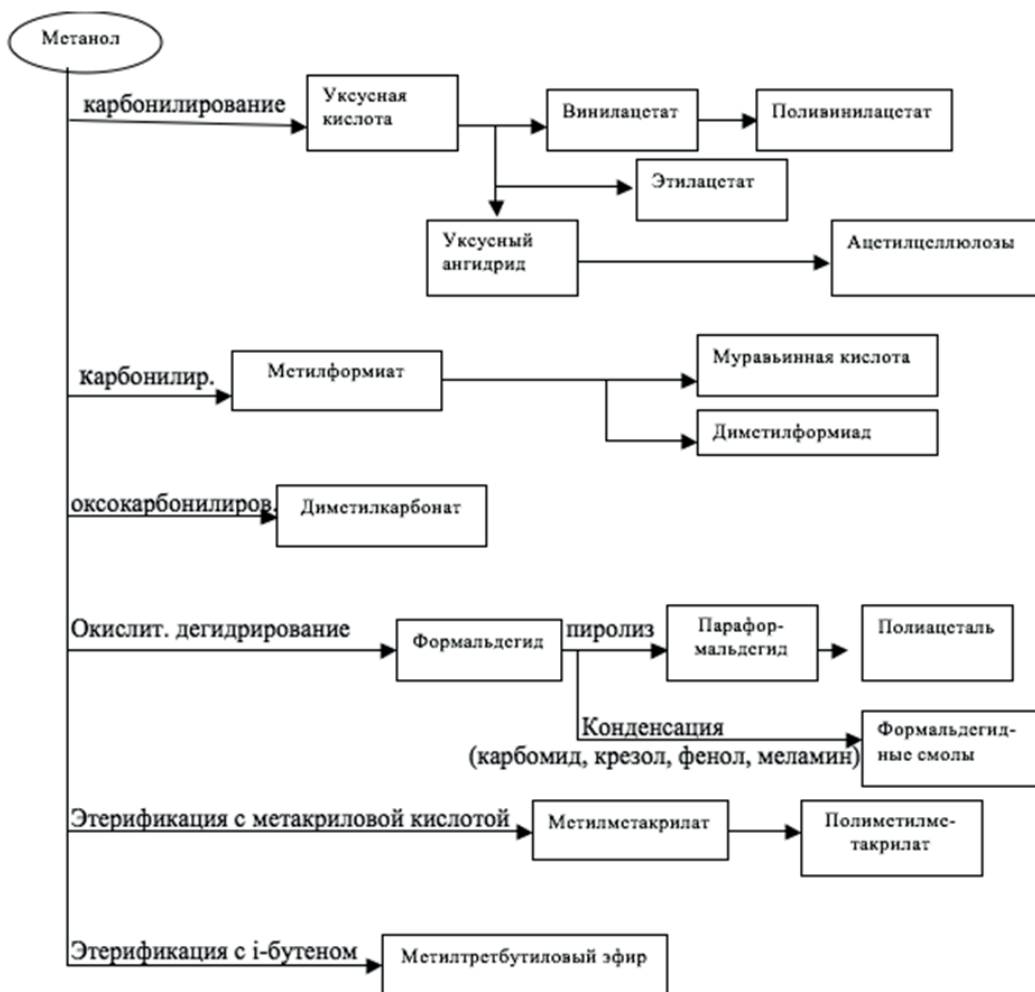


Рисунок 8 – Синтезы на базе метанола



Рисунок 9 – Синтезы на базе парафинов

На Атырауском нефтеперерабатывающем заводе создано производство ароматических углеводородов – бензола, этилбензола и *m*-ксилола, что дает дополнительную актуальность производству продуктов процессов глубокой переработки на их основе. Так, получаемые полупродукты являются сырьем и для синтеза новых нефтехимических продуктов – терефталевой кислоты, ксилилендиаминов, диизоцианатов, далее полиэфиров, полиамидов, полиимидов и полиуретанов. В лаборатории химии нефти и нефтехимического синтеза АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова» в течение ряда лет успешно проводятся исследования по синтезу термостойких полимеров путем создания производства промежуточных соединений (рисунок 10).

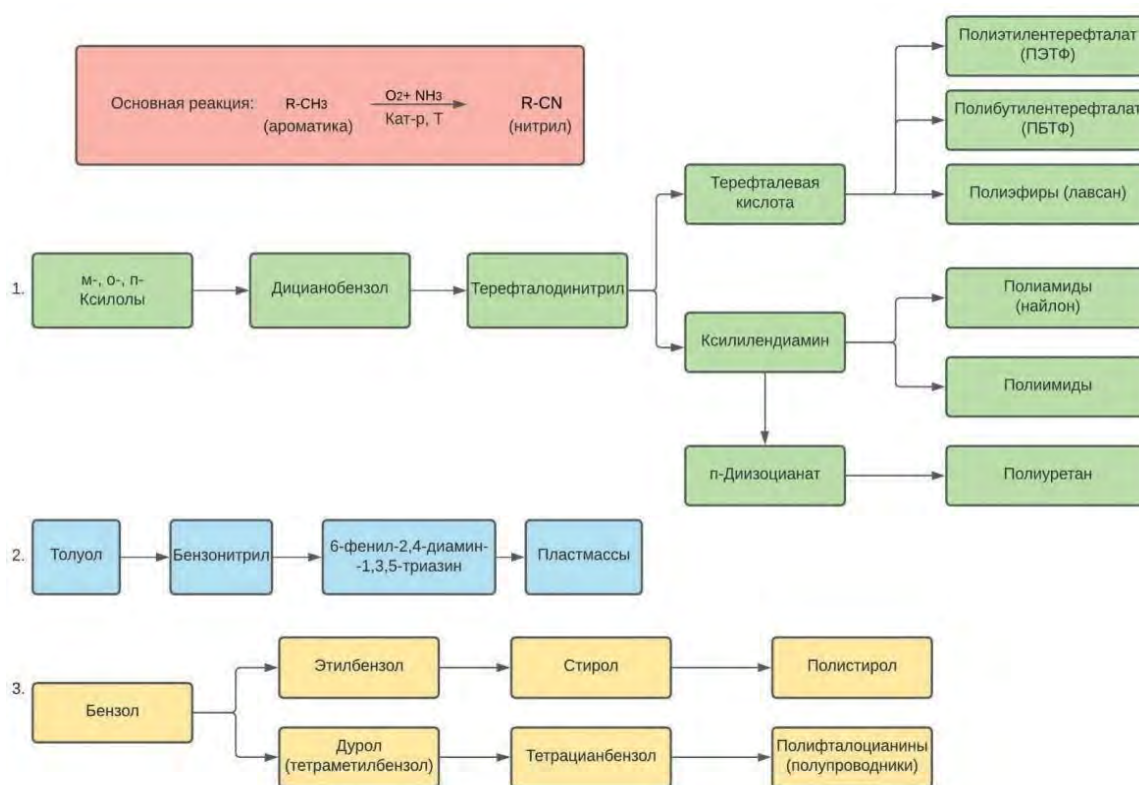


Рисунок 10 – Схема выпуска термостойких полимеров путем создания производства промежуточных соединений

Из терефталевой кислоты синтезируют прозрачный термостойкий полимер полиэтилтерeftалат. Из него делают бутылки, полиэфирное волокно терилен или лавсан, упаковочные материалы, в том числе для пищевой промышленности, радиодеталей, химического оборудования. Ксилилендиамины используются для получения изделий электротехнического назначения – полиимидных пленок, химических волокон, пресс-изделий с высокими антифрикционными свойствами. Диизоцианаты применяются для получения синтетического волокна, каучуков, клей, красителей.

В качестве исходного сырья для производства моторных масел предлагается использовать нефтяные вакуумные газойли, мазут, технические парафины – товарные остаточные продукты трех НПЗ страны, которые в настоящее время в Казахстане не находят должного применения.

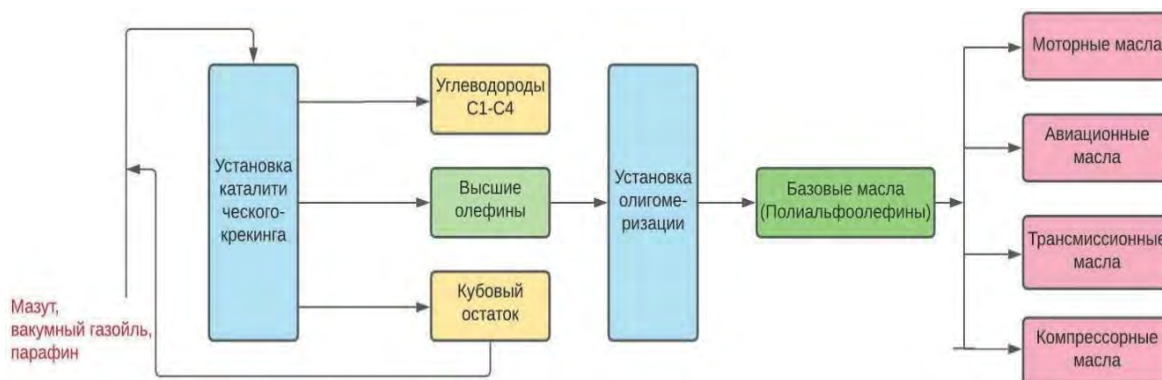


Рисунок 11 – Производство базовых масел  
(полиолефиновых, алкилароматических и алкилнафтеновых)

Кроме того, нами предлагается создание производства эффективных кислородсодержащих октановых добавок к бензинам и цетаноповышающих и цетанопонижающих добавок к дизельным топливам (ЭТБЭ, ИБТБЭ и др., циклические эфиры) за счет вовлечения в него фракций углеводородных газов и тяжелых нефтяных остатков НПЗ, а также С2-С4-спиртов (в т.ч., биоэтанола). Ожидают внедрения в производство разработки, посвященные к созданию наукоемких технологий получения различных спиртов, других кислородсодержащих соединений и олефинов путем каталитической переработки газового конденсата, сжиженного нефтяного, природного газа и синтез-газа.

Очень перспективной задачей является создание полифункциональных катализаторов, позволяющих одновременно с высокой селективностью проводить несколько реакций.

Полифункциональные катализаторы относятся к новому поколению катализаторов. На их основе предполагается новая каталитическая одностадийная технология получения малосернистого высокооктанового бензина и малосернистого низкозастывающего дизельного топлива, алкилатбензина, ароматических углеводородов, олефинов, спиртов, кислот, эфиров, лактонов и др.

#### **Обеспечение квалифицированными кадрами**

Развитие и конкурентоспособность нефтегазохимической отрасли в экономике определяют достижения химической науки. Интеграция производства, науки и образования является необходимым условием инновационного развития не только данной отрасли, но и всей экономики Республики Казахстан.

В направлении подготовки квалифицированных кадров необходимо осуществить:

- повышение инновационной активности отечественных ученых и научных центров путем активного вовлечения их в процесс создания новых технологий для комплексной переработки углеводородного сырья Казахстана;
- перевооружение НИИ, занимающихся проблемами переработки углеводородного сырья, новыми современными установками и приборами;
- создание отраслевого НИИ по нефтепереработке и нефтегазохимии;

- внесение в кадастр специальностей МНиВО РК бакалавриата и магистратуры специальности нефтегазохимия;
- подготовку кадров по нефтехимии и газохимии в ВУЗах и специализированных колледжах;
- стажировку преподавателей в ведущих нефтехимических ВУЗах мира;
- выделение целевых грантов по докторантуре для НИИ по специальности нефтегазохимия.

**Выполнимость целей и решение задач**

Реализация данной концепции даст новый импульс для развития нефтехимической промышленности в целом, поднимет на новую ступень отечественную науку, связанную с переработкой углеводородного сырья и связанных с ней сервисных отраслей промышленности

Комплексность решения проблемы, начиная от перевооружения НИИ новыми установками и приборами, подготовки кадров и ясными целями при создании нефтегазохимических производств по комплексной переработке углеводородного сырья, а также конкретным механизмом реализации являются залогом успешной ее реализации.

## BIOLOGICAL SIGNIFICANCE AND AREAS OF USE OF ALGINIC ACID AND ITS DERIVATIVES

S.S. Khaydarova<sup>1</sup>, A.Kh. Khaitbaev<sup>1,2</sup>, M.T. Shokirov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*National University of Uzbekistan, Tashkent*

<sup>2</sup>*Molecular and Cell biotechnology Interuniversity educational  
and scientific laboratory*

*Tashkent, Uzbekistan*

*e-mail: sadoqat\_salimjanovna@mail.ru*

**Abstract.** Bioactive compounds with diverse chemical structures play a significant role in disease prevention and maintenance of physiological functions. Due to the increase in industrial demand for new biosourced molecules, several types of biomasses are being exploited for the identification of bioactive metabolites and techno-functional biomolecules that are suitable for the subsequent uses in cosmetic, food and pharmaceutical fields. Among the various biomasses available, macroalgae are gaining popularity because of their potential nutraceutical and health benefits. Therefore, these studies provide theoretical and practical information about the fields of application of alginic acid obtained from algae and its derivatives, as well as the work carried out on them in the world.

**Keywords:** Algae, sodium alginate, calcium alginate, Charophyceae, IR spectroscopy, XRD

### Introduction

Today it is important to create waste-free technologies in the world and in our country, to effectively use the waste of enterprises, to obtain new medicines from them, to use the products obtained in agriculture and medicine, against various harmful insects and diseases. Improving the properties of the resulting products and expanding areas of application form the basis of today's scientific work. A lot of research is being carried out in the world on the synthesis of various biologically active compounds based on alginic acid and its derivatives. Currently, world scientists have conducted scientific research that alginate acid has anti-cancer, antibacterial and antioxidant properties based on sodium and calcium compounds [1–2].

The opinion is confirmed that the majority of substances isolated from natural sources and synthesized on their basis can be included in the series of promising biologically active compounds and can be used in the fields of cosmetics, medicine and pharmaceuticals in the future. In a number of industries, the marine ecosystem is considered as a source of natural compounds that perform many functions. In it, marine macroalgae (Chlorophyceae, Pheophyceae and Rhodophyceae) represent the richest source of biological compounds in nature, apart from animals. eng boy manbasini tashkil qiladi [3]. Alginates are analogs of pectin from land plants. According to their structure, it is a linear copolymer of  $\beta$ -D-mannuronic acid (M) and  $\alpha$ -L-gulurone connected with (1–4) [4].



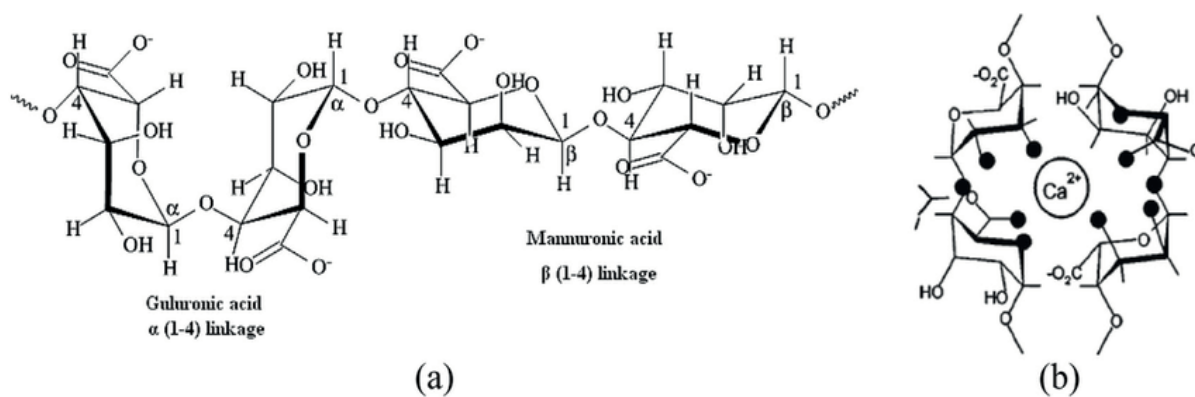


Figure 1 – Alginic acid (a); calcium alginate (b)

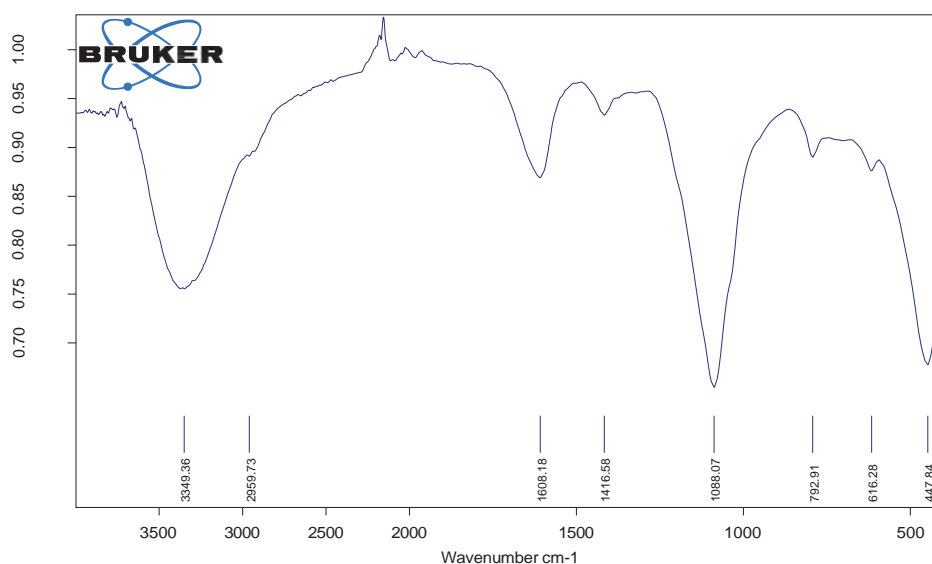


Figure 2 – IR spectrum calcium alginate

## Materials and methods

### *Infrared spectroscopy (IR)*

IR spectroscopy analysis was acquired at 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  wavenumbers with a 4  $\text{cm}^{-1}$  resolution utilizing a INVENIO S (Bruker, Germany) equipped with a diamond ATR cell.

IR spectroscopy analysis: principal functional group wavelengths OH – 3349  $\text{cm}^{-1}$ , C-H 2959  $\text{cm}^{-1}$ , mannuronic acid functional group – 792  $\text{cm}^{-1}$  and uronic acid – 1088  $\text{cm}^{-1}$  Ca – 447  $\text{cm}^{-1}$ .

### *X-ray diffraction (XRD)*

Calcium alginate were characterized using a powder X-ray diffraction on a Shimadzu instrument, XRD-6100 model, It can be seen that Charophyceae algae has an amorphous structure with a peak  $2\theta = 24.76^\circ$  the crystallinity index 30.54%)



### Results and discussion

First, collected Charophyceae algae were cleaned and dried. 20 g of dried seaweed was extracted with 2% formaldehyde, and as a result, lower molecular compounds of the plant were released. It was then washed with distilled water and extracted 0.2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for 4 hours. After a certain time, it is washed again with distilled water and extraction 5% (pH 12.4) calcium carbonate is continued. The resulting extract is centrifuged, the dissolved fraction is collected and precipitated with ethanol. Then the sediment fraction was filtered, washed twice in acetone and dried in a 40°C drying oven. Product yield 20.5%.

### Conclusion

20.5% of calcium alginate was extracted from Charophyceae algae by extraction method. All experiments were performed in triplicate, and extraction time (2,3,4 hours), temperature (40, 60, 80°C), calcium carbonate concentration (3%(pH 12.0), 4%(pH 12.2), 5% (pH 12.4)) and the amount of ethanol (1:1; 1:2; 1:3) were studied.

Calcium alginate structure and composition physical chemical research IR spectroscopy (OH - 3349 cm<sup>-1</sup>, C-H 2959 cm<sup>-1</sup>, mannuronic acid functional group - 792 cm<sup>-1</sup> and uronic acid - 1088 cm<sup>-1</sup> Ca - 447 cm<sup>-1</sup>), XRD (crystalline index: 30.54%) were analyzed using methods.

### References

1. Roya R.R. Sardari, Guðmundur O.H, Leila A and Eva N. K / Extraction and Modification of Macroalgal Polysaccharides for Current and Next-Generation Applications Madeleine // *Molecules*. - 2020. - №25(4). - P.930.
2. Shu-Ying Xu, Xuesong Huang, Kit-Leong Cheong / Recent Advances in Marine Algae Polysaccharides: Isolation, Structure, and Activities; *Mar Drugs*. 2017 Dec 13;15(12); pp 388.
3. Stiger-Pouvreau V., Bourgougnon N., Deslandes E. Seaweed in Health and Disease Prevention. *Carbohydrates from seaweeds*. - London: Academic Press, 2016. - P. 223-247.
4. Khaydarova S.S., Siddiqova S.Q., Khaitbaev A.Kh. Extraction of sodium alginate from *Charophyceae* algae. // *Chem. Proc.* - 2022. - № 4. – P.1-3.
5. Mazumder A., Holdt S.L., De Francisci D., Alvarado-Morales M., Mishra H.N., Angelidaki I. Extraction of alginate from *Sargassum muticum*: process optimization and study of its functional activities//*Journal of Applied Phycology*. - 2016. - №28(6). - P. 3625-3624.

## СИНТЕЗ И МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА *O*-БЕНЗОИЛОКСИМА 3-(3-ГИДРОКСИПРОПИЛ)-7-(3-(1*H*-ИМИДАЗОЛ-1-ИЛ)-ПРОПИЛ)-3,7-ДИАЗАБИЦИКЛО[3.3.1]НОНАН-9-ОНА С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ

А.Б. Қалдыбаева<sup>1,2</sup>, В.К. Ю<sup>1</sup>, А.Е. Малмакова<sup>1</sup>, К.Д. Пралиев<sup>1</sup>,  
М.Д. Хайитова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

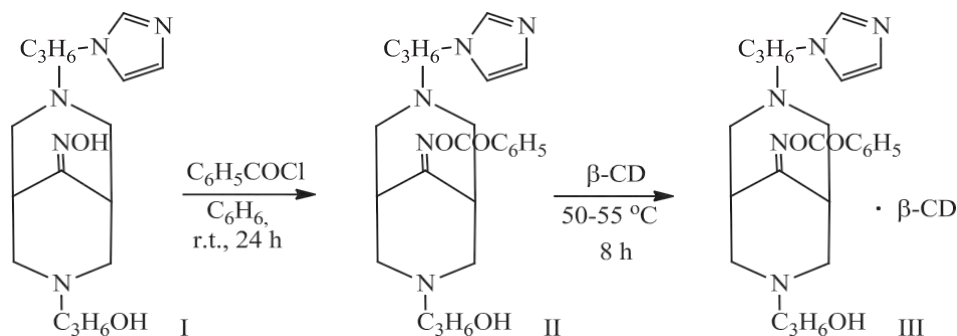
<sup>3</sup>Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,  
Алматы

e-mail: [altin\\_28.94@mail.ru](mailto:altin_28.94@mail.ru)

**Аннотация.** С целью поиска новых биологически активных веществ в ряду биспирина, синтезирован новый *O*-бензоилоксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она ацилированием соответствующего оксима. Комплекс *O*-бензоил оксима 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она с  $\beta$ -циклодекстрином под лабораторным шифром МАВ-265 изучен на местноанестезирующую активность. Обнаружено, что МАВ-265 является более нетоксичным ( $LD_{50} = 1325$  мг/кг), и в 3 раза превышает этот показатель новокаина. Индекс инфильтрационной анестезии МАВ-265 равен  $15,0 \pm 2,24$ .

Синтез эффективных и безопасных лекарственных средств нового поколения всегда является актуальной задачей тонкого органического синтеза. В лаборатории химии синтетических и природных лекарственных веществ АО «Институт химических наук им.А.Б. Бектурова» ведутся работы по синтезу новых 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-онов с целью поиска новых потенциально биологически активных веществ. Среди изученных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-онов выявлены высокоэффективные препараты с иммуностимулирующим [1], миелостимулирующим [2], лейкопозстимулирующим [3] и ростстимулирующим [4] свойствами.

В настоящей работе взаимодействием оксима 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (I) с хлористым бензоилом в абсолютном бензоле с последующей обработкой полученного гидрохлорида поташом синтезирован соответствующий *O*-бензоилоксим (II).



Целевой *O*-бензоил оксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (II) представляет собой вязкое маслообразное вещество, для исследования биологической активности получен комплекс *O*-бензоил оксима с  $\beta$ -циклодекстрином (III) взаимодействием (II) с эквимолярным количеством  $\beta$ -циклодекстрина.

Для подтверждения индивидуальности и строения соединений использованы методы элементного анализа, ТСХ, рефрактометрии, спектроскопии ЯМР и ИКС.

### Экспериментальная часть

Ход реакции и индивидуальность соединений контролируют методом ТСХ на окиси алюминия III степени активности, с проявлением пятен парами йода. ИК спектры записаны на спектрометре «Nicolet 5700» в таблетках KBr и между пластинками KBr. Спектры ЯМР  $^{13}\text{C}$  исследуемых соединений в  $\text{CDCl}_3$  записаны на спектрометре «JNM-ECA400» фирмы JEOL с рабочей частотой на ядрах водорода 400 МГц. Внутренний стандарт – ГМДС.

*O*-Бензоил оксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (II). Смесь 4,36 г (0,014 моль) оксима 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (I) в 94 мл абсолютного бензола и 3,25 мл хлористого бензоила перемешивает. Из реакционной смеси отгоняют растворитель, остаток обрабатывают водным поташом. Водно-щелочной раствор экстрагируют хлороформом, сушат над  $\text{MgSO}_4$ . Растворитель упаривают, остаток очищают с помощью колоночной хроматографии на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , элюент-бензол:изопропанол 7:1. Получают 4,01 г (70 % от теоретического) *O*-бензоил оксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло-[3.3.1]нонан-9-она (II) с  $R_f$  0,64 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , элюент – бензол:изопропанол 7:1).

Найдено, % : С 64,92; Н 7,34; 16,46;  $\text{C}_{23}\text{H}_{31}\text{N}_5\text{O}_3$ .

Вычислено, % : С 64,90; Н 7,32; N 16,49.

ИК спектр,  $\text{cm}^{-1}$ : 1737 (C=O); 1506 (C=N).

Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д. ( $\text{CDCl}_3$ ): 27.9 (C<sub>29</sub>), 29.4 (C<sub>21</sub>), 37.9 (C<sub>1,5</sub>); 47.6 (C<sub>22</sub>), 52.2 (C<sub>20</sub>), 52.4 (C<sub>28</sub>), 59.2 (C<sub>6,8</sub>), 59.5 (C<sub>2,4</sub>), 61.0 (C<sub>30</sub>), 119.2 (C<sub>27</sub>), 130.3 (C<sub>16</sub>), 130.5 (C<sub>18</sub>), 132.9 (C<sub>15</sub>), 133.0 (C<sub>17</sub>), 133.1 (C<sub>19</sub>), 133.4 (C<sub>14</sub>), 133.5 (C<sub>26</sub>), 137.2 (C<sub>24</sub>), 164.2 (C<sub>12</sub>), 167.2 (C<sub>9</sub>).

Комплекс *O*-бензоилоксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (III). Для получения комплекса включения смешивают растворы 1,5 г (0,004 моль) *O*-бензоил оксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она (II) в 25 мл этилового спирта и 4 г (0,004 моль)  $\beta$ -циклодекстрина в 40 мл дистиллированной воды. Смесь помещают в сушильный шкаф, выпаривают этанол и воду при 50-55<sup>0</sup>С. Получают 4,98 г комплекса включения *O*-бензоил оксима 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она с  $\beta$ -циклодекстрином (III) в виде белого порошка, плавящегося с разложением выше 240<sup>0</sup>С.

Найдено, %: С 50,01; Н 6,48; N 4,49;  $\text{C}_{65}\text{H}_{101}\text{N}_5\text{O}_{38}$ .

Вычислено, %: С 50,03; Н 6,45; N 4,52.

### Исследование биологической активности

Комплекс *O*-бензоил оксим 3-(3-гидроксипропил)-7-(3-(1*H*-имидазол-1-ил)пропил)-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-9-она с  $\beta$ -циклодекстрином под лабораторным шифром МАВ-

265 изучен на местнонестезирующую активность. Данные сопоставлялись с показателями новокаина. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Изучение острой токсичности соединений проведены на здоровых половозрелых нелинейных мышах, обоего пола одного возраста, с разбросом по исходной массе не превышающей  $\pm 10\%$ . Лабораторные животные разделены на группы по 6 животных в каждой случайным образом. Водные растворы исследуемых соединений и эталонный препарат (новокаин) в 3-х разных концентрациях (300 мг/кг, 500 мг/кг, 1000 мг/кг) однократно введены животным подкожно в боковую поверхность тела. Для каждой группы животных предусмотрено однократное введение изучаемого соединения только в одной концентрации. Процедура не требовала проведения обезболивания. В первый день после введения за животными осуществлялся непрерывное наблюдение, а затем ежедневно. Общая продолжительность наблюдения за животными составила 14 дней. Погибшие животные подвергнуты вскрытию с изъятием органов (печень, почки) для гистологического исследования. Для взятия органов животных контрольной группы на гистологическое исследование умерщвление проведено методом цервикальной дислокации. По итогам исследования рассчитано  $LD_{50}$  одним из графических методов по Бренсу и проведен анализ клинической картины интоксикации.

Таблица 1 – Острая токсичность МАВ-265

№	Соединение, препарат	$LD_{50}$ при подкожном введении, мг/кг	Токсичность относительно Новокаина
1	МАВ-265	$1325 \pm 27,7; p_1 < 0,001$	0,36
2	Новокаин	$480 \pm 1,0$	

Примечание:  $r_1$  – коэффициент корреляции по сравнению с новокаином

$LD_{50}$  указанного вещества в 3 раза превышает (статистически достоверно) этот показатель новокаина.

Исследование местноанестезирующей активности при инфильтрационной анестезии проведено по методу Vulbring и Wajda. Исследование проводилось на морских свинках-самцах. Лабораторные животные разделены случайным образом на группы по 6 животных в каждой для изучения одного соединения. Процедура относительно безболезненна и не требовало проведения обезболивания. В область спины каждого животного, предварительно удалив с нее волосяной покров, в 4 точках (А, Б, В, Г) по углам квадрата со стороной 3 см внутрикожно вводили свежеприготовленные изотонические растворы изучаемого соединения в объеме 0,25 мл. Растворы введены таким образом, чтобы исследуемое соединение в каждой концентрации инъецировалось в одну переднюю (А) и одну заднюю (Г) точки, а эталонный препарат в соответствующих концентрациях – в точки Б и В. Местноанестезирующую активность оценивали 6–8 раз для каждой из выбранных концентраций. Чувствительность в месте введения определяли прикосновением инъекционной иглой сериями по 6 прикосновений с промежутками 3–4 с, через каждые 5 мин, в течение 30 мин. Суммарное число прикосновений иглы, не вызывающих реакции животного (подергивание кожи) в течение 30 мин, расценивали как индекс

инфильтрационной анестезии для раствора исследуемого соединения в данной концентрации.

Исследования проводились в лаборатории кафедры фармакологии Казахского национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова.

Таблица 2 – Активность и длительность действия 0,5% концентрации соединения при инфильтрационной анестезии

Соединения, препараты	Индекс анестезии M±m	Длительность полной анестезии, мин	Продолжительность анестезии, мин
МAB-265	15,0±2,24 p <sub>1</sub> <0,05	11,62±2,08 p <sub>1</sub> >0,05	23,3±3,35 p <sub>1</sub> >0,05
Новокаин	25,0±1,0	10,0±1,2	29,1±1,5

*Примечание:* p<sub>1</sub> – коэффициент корреляции по сравнению с новокаином.

Индекс анестезии МAB-265 равен 15,0±2,24 (табл.2). Кроме того, он вызывал более длительную полную анестезию (11,62±2,08мин), при этом общая продолжительность действия составила 23,3±3,35 мин. Более того, он является более безвредным (ЛД<sub>50</sub> составляет 1325 мг/кг).

### Литература

1. Малмакова А.Е., Бактыбаева Л.К., Ю В.К., Пралиев К.Д. Лейкопоз- и иммуностимулирующее свойство комплекса О-бензоилоксима 3-(3-этоксипропил)-7-[2-(пиперазин-1-ил)этил]-3,7-дизабипидино[3.3.1]нонан-9-она с β-циклодекстрином //Химический журнал Казахстана. - 2020. - №1. - С.38-47. - <https://www.chemjournal.kz/index.php/journal/article/view/47/31>
2. Baktybayeva L.K., Tauassarova M.K., Kairat B.K., Darrell B.K., Baktybay N.B., Yu V.K., Zazybin A.G., Malmakova A.E. Myeloid poiesis stimulating activity of azaheterocycles compound of the dimethyl ether of P-(4-methoxyphenyl)-1-(4-phenylpiperazine)methyl] phosphonic acid // International Journal of Biology and Chemistry12. - 2019. - №1. - P.18-23, aug. 2019. ISSN 2409-370X. - <https://doi.org/10.26577/ijbch-2019-1-i15>
3. Kaldybayeva A.B., Yu V.K., Malmakova A.E., Li T., Ten A.Y., Seilkhanov T.M., Praliyev K.D., Berlin K.D. Novel Complexes of 3-[3-(1H-Imidazol-1-yl)propyl]-3,7-diazabispidines and β-Cyclodextrin as Coatings to Protect and Stimulate Sprouting Wheat Seeds // Molecules. - 2022. - № 27. - P.7406. - <https://doi.org/10.3390/molecules27217406>
4. Бактыбаева Л.К., Малмакова А.Е., Ю В.К., Зазыбин А.Г. Лейкопозстимулирующие свойства соединения БИВ-95 //Фармация Казахстана. - №4(213). - 2019. - С.17-21. - [http://pharmkaz.kz/wp-content/uploads/2021/01/2019-04-04\\_2019.pdf](http://pharmkaz.kz/wp-content/uploads/2021/01/2019-04-04_2019.pdf)

*НИР выполнены при финансовой поддержке МНВО, BR10965255*

## ХИМИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАР

**А.А. Қобыланды, М.А. Қожағали, М.М. Аманжолов**

Ғылыми жетекші: **Тренова А.Е.**

*Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті*  
*e-mail:kobylandyamina3@gmail.com, trenova\_arai@mail.ru*

Қазіргі әлемде экологиялық проблемалар өзінің қоғамдық мәні жағынан алдыңғы қатардағы мәселелердің біріне айналды. Адамның табиғатқа әсері мыңдаған жылдар бойында қалыптасқан табиғи жүйелерді өзгерту, сондай-ақ топырақты, су көздерін, ауаны ластау арқылы жүзеге асуда. Бұл табиғатты күрт төмендеуіне әкеліп соқты, көп жағдайларда орны толмас зардаптар қалдырды.

Экологиялық дағдарыс шын мәніндегі қауіпті төндіріп отыр. Іс жүзінде тез өріс алып бара жатқан дағдарыстық жағдайларды кез келген аймақтардан көруге болады. Елбасы Н.Назарбаевтың 2030-жылға дейінгі стратегиялық даму бағдарламасында қоршаған ортаны ластауға экологиялық қалыпты жағдайды бүлдіруге жол бермеуге зор көңіл бөлінгендіктен, экологиялық білім қалыптастыру, табиғатты қорғау бүгінгі күннің кезек күттірмейтін өзекті мәселелерінің бірі болып табылады [1].

Экология бүкіл адамзат баласының шалыс басқан әрбір іс-әрекетіне келешекте шек қоятын, оның тыныс-тіршілігіне тікелей атсалысатын ғылымның жаңа саласы.

Биосфера – айналамыздағы табиғаттың тіршілік етушілер мекендейтін бөлігі. Оны біздің айналамыздағы ауадан, судан және топырақтан бөліп қарауға келмейді.

Қазіргі кезде биосфераны табиғаттағы барлық ресурстардың жиынтығы есебінде түсінеді. Табиғат – бір-бірімен тығыз байланыста болып тұратын өте күрделі комплексті құбылыс. Ал, адамзат қоғамы сол табиғаттың бір бөлігі, ол онымен үнемі байланыста болған күнде ғана, тіршілік ете алады [2].

Адамның өмірі үшін ең басты қажеттің бірі – ауа. Мысалы, адам тамақсыз бес жетіге шыдаса, сусыз бес күнге, ал ауасыз бес минутқа ғана шыдай алады екен. Егер адам тәулігіне 4-5 килограммдай су, тамақ ішетін болса, дем алғанда 23-24 килограммдай ауа жұтады. Тамақ ішу, жұмыс істеу қимылдары тоқтағанмен, адамда тыныс алу процесі еш уақытта тоқталмайды.

Бүгінде экологиялық жүйеге өң беріп, тіршіліктің тынысы болып келген жердің жасыл жамылғысы да азайып келеді. Талай өсімдіктер мен жануарлар жер үстінен өліп кетті, кейбіреулеріне жойылу қаупі төнуде, олар Қызыл Кітапқа тіркелді. Сондықтан болу керек, қазір табиғи байлықтарды толық пайдалану арқылы табиғатты қорғау мәселесі дүние жүзі халықтарын алаңдатып отырған ірі ортақ мәселеге айналды.

Экологиялық сауатсыздықтың нәтижесінде табиғат, оның қорлары, жалпы қоғам зор шығынға ұшырауда.

Химия пәнінен экологиялық білімнің негізгі міндеттердің бірі – табиғатты аялай білуге үйрену, химияны және химия өнеркәсібін өркендетуге байланысты ауаның, судың және топырақтың ластануын болдырмау. Минералды тыңайтқыштардың, өсімдіктерді қорғайтын заттарды пайдаланудың тиімді және тиімсіз жақтарын білу. Химия



сабақтарында көптеген тақырыптардан оқығанда экологиялық мәселелерге назар аударуға болады [3].

Атап айтсақ, Оттегінің қолданылуы, оттегінің табиғаттағы айналымын қарастырғанда ескеретін жайт жылына 7млрд т.отын жағылады екен, оған 20млрд т. оттегі жұмсалады. Бір әуе кемесі 8 сағат ұшқанда 50–70 т. оттегі жұтады, мұның орнын толтыру үшін 25-50 мыңға. орман соншама уақыт оттегін бөлуі керек. Егер ондағы оттекті 16 пайызға дейін кемітсе адамдар оны айтарлықтай сезіне бермейді. Ал, оның мөлшерін одан әрі төмендете бастағаннан-ақ оның жетіспейтіндігін ағза сезе бастайды да бас айналып, көз қарауытады. Мәселен, ауадағы оттегі 10–12 пайызға дейін төмендеген жағдайда ағзада әлсіздік басталады, адам ұмытшақ келеді, ойлау қабілеті төмендейді, ал, оттегі мөлшері 8 пайыз және одан да төмендеген жағдайда адам есінен айрылып, өлім қаупі төнеді.

Тағы бір мысал, жеңіл машина бір жарым мың шақырым жүргенде бір адамның жыл бойы тыныс алатын оттегін тұтынады. Оттегін тұтынатын өндірістің және транспорттың көбеюі ауада оның азаю қаупін тудырады. Қазір оттегі биогендік түзілуінен гөрі 10–16% көп жұмсалады.

Көміртек қосылыстарын айтатын болсақ, отынды жағу және өзге өндірістік әрекеттердің нәтижесінде соңғы 100 жыл ішінде ауаға 400млрд т. көміртегі (IV) оксиді барып, оның ауадағы қанықпасы 18%-ке артқан. Жыл сайын ауаға 200 млн. т. көміртегі (II) оксиді (иіс газы) 50 млн. т. азот оксидтері (улы газдар) барады. Өнеркәсібі дамыған елдерде әр адамға шағып есептегенде жыл сайын атмосфераға 150–200 кг тозаң, күл және өндірістің басқа қалдықтары түседі. Көмір қышқыл газының ауадағы мөлшері 0,02–0,04%.

Ауаға түсіп жатқан көмір қышқыл газы мөлшерінің артып кетуі қоршаған орта жағдайына келеңсіз жайттарға душар етеді. Айталық оның ауадағы үлесі екі есе артса, «Жылу эффектісі» деген құбылысты тудырып, жер бетіндегі температура орта есеппен 4°C-қа артады екен. Бұдан мәңгі мұздар, мұзтаулар еріп, ауа райында елеулі өзгерістер болады. СО-көміртегі (II) оксиді, иіс газы, жану өнімдерінің бірі. Тұрмыста, өнеркәсіпте және транспортта әр түрлі отындар шала жанғанда түзіледі. Ауада 1% иіс газы (СО) болса, адам қолма-қол, ал оның үлесі 0,1% болғанда 30-60 минутта өледі. Иіс газының физиологиялық әсері гемоглобиндегі оттегін қуып шығуына байланысты. Гемоглобин көміртегі (II) оксидін оттегіне қарағанда 200–300 есе тез қосып алып, карбоксигемоглобин түзеді. Иіс газы жүрек қолқа тамырға, жүйке жүйесіне әсер етеді. Мамандардың есебі бойынша бір машина бір сағат уақыт ішінде ауаға 6-10 текше метрге дейін улы газ бөліп шығаратыны анықталып отыр. Зауыттар мен жылу электрстансаларында күкірті бар отынды жаққанда ауаға шығатын газдардың зияндысы - күкіртті газ.

Ол көп мөлшерде сульфид кенін өртейтін металлургиялық және химиялық зауыттардан түзіледі. Бұл улы газ қанықпасы 0,3мг/л. SO<sub>2</sub>-де адам бір минутке ғана шыдайды. 0,05 мг/л SO<sub>2</sub> көздің сілемейлі қабықшасын тітіркендіреді және жөтелтеді. Оның өнеркәсіп ауасындағы мөлшері 0,01мг/л-ден аспауы тиіс.

Тозаң - жану реакциясының ең мол қалдығы – түтіннің құрамындағы майда ұлпасы. Өндірістен шығатын тозаңның құрамында улы заттар: қорғасын, сүрме, мыс, марганец, сынап, мышьяк, оксидтері және т.б. қосылыстар болады. Қалалардың үстіндегі түтін мен ұсақ тозаң жаз айында күн сәулесінен келетін жарықтың құнын 20 және 50 процентке дейін кемітеді. Сол сияқты ол тірі ағзаларға пайдалы ультракүлгін сәулені тұтып қалады.

Азот қышқылының өндірісі жайына келетін болсақ, азот қышқылын өндіретін зауыттың мұржасынан «түлкі құйрық» деп аталатын қызғылт сары түтін будақтап жатады. Бұл азоттың улы оксидтері. Бір зауыт тәулігіне 20 тоннаға жуық оксидтер шығарады. Құрамында 3-6мг/л азот (II) оксиді бар ауамен 6–12 мин, 0,1мг/л азот (II) оксиді бар ауамен 1 сағат тыныс алған адамның өміріне қауіп төнеді. Онымен уланған адамның басы айналады, әлсірейді, өңі қашып, қанның қысымы төмендейді. Бұл газдың өндіріс ауасындағы 0,005мг/л – ден аспауы керек [4].

Мұнай және оның өнімдерін қарасақ мұнай өндіретін өндіріс орындарының зияндылығына тоқталуға болады. Жердің төменгі терең қабаттарынан өндірілетін мұнайды және өнімдерін өндірісте адам баласы күнделікті тұрмыста пайдаланғанда күкірт (IV) оксиді, азот (IV) оксиді, ал толық жанбағанда көміртекті сутегі түзіледі. Олар газ түрінде ауаға өтеді де, жаңбырмен жуылып, жерге түседі. Қышқыл жаңбырдың жиілеуі экологиялық жүйелерді және құрылысты бүлдіреді. Қышқыл жаңбыр суы топырақты магний, кальцийді жуып, алюминий, марганец сияқты металдарды сіңіріп, олардың улы қанықпасын түзеді. Бұның өзі өсімдіктердің қалыпты өсуіне үлкен кесірін тигізіп, ауа ластануына жол береді. Мұндай табиғатта бөліп жатқан улы заттарды тазалағыш жүйелер мен сүзгілер түрлерін пайдаланып, тоқтатуға болады.

«Су – тіршілік нәрі» десек те, судың құрамында қайсыбір химиялық элемент шектен асып кетсе ол адамның денсаулығына зиянды екендігіне назар аудару керек.

Мәселен, кадмий қан айналысын бұзса, асбест ісік ауруларына алып келеді, хром бүйректі құртса, сынап ішек ауруын тудырады. Холестеринмен қосылып, қан тамырлары мен тамырша көздерін бітей бастайды. Нәтижесінде адам склероз, инсульт, инфаркт ауруларына шалдығады. Көптеген елдерде судың құрамындағы сульфат мөлшері 1 литрге шаққанда осының салдарынан елімізде бүйректің қалыпты қызмет етуі, бүйректе тас байлану секілді аурулар жиі кездеседі[5].

Қазіргі таңда дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының есептеулеріне қарағанда дерт түрлерінің 80 % тікелей судан болап отыр. Қазіргі кезде өзеннің, су бассейндері пестицидтермен, ауыр металдармен ластануы айтарлықтай алаңдатушылық білдіруде.

Мыс ,қорғасын және мырыш сияқты ауыр металдар адам ағзасының тканьдері мен өмірлік маңызды органдарында созылмалы интоксикацияға ұшыратады, ал, ол өз кезегінде онкологиялық ауруларға, жүрек, қан тамырларының аномалиясына әкеліп соқтырады. Сондықтан да су құрамын ауыр металдар ионынан тазарту маңызды да, күрделі міндет болып табылады.

Судың экологиялық зардаптарының тигізер сырына қанық әрбір адам ауыз суға талап деңгейін жоғары ұстап, оны тазартып ішуге ынталы болуы керек.

Минералды тыңайтқыштар өндірісінде, жер бетіндегі алты миллиард адамды асырау үшін минералды тыңайтқышты пайдалану экономикалық жағынан өзін-өзі ақтайды, дегенменде...

Минералды тыңайтқыштардан өсімдіктер 40–50% азотты, 20–25% фосфорды, 70–80% калийді ғана пайдаланады. Ал, қалған бөлігі топырақта қалып, топырақ (эрозиясына) ластануына жол беріледі

Азотты тыңайтқыштардан көп берілген жағдайда 300-400ц/га артық берілу адамдарды уландыру қаупін туғызады.

Экологиялық катастрофалар, күкірт қышқылы ауаға, топыраққа, суға түскенде болатын зиянды зардаптар. Транспортта, заводта, шойын жолдарда болатын апаттар.

Ғылым мен техниканың ғаламат жетістіктері және шапшаң дамуы, адамзаттың барған сайын аш көздікпен табиғатты тонауы, биосферадағы жаратылыстың тепе-теңдік заңдарын бұзды. Осылардың нәтижесінде жеріміздің ауасы тарылып, өзен-көлі бүлініп, жайылымдардың топырағы тілініп, қоршаған ортамыз көз алдымызда азып-тоза бастады. Мұның соңы азынаған желге, ащы және улы жаңбырға, ормандардың мезгілсіз қурауына, ауа райының бұзылуына, қоршаған ортаның әр түрлі улы қосылыстармен ластануына әкеліп соқтырды. Қоршаған ортадағы тепе-теңдіктер бұзылды. Адамдардың денсаулығы нашарлап аурулардың түрлері және саны көбейді.

Осы экологиялық апаттан қалай құтылуға болады? Табиғатты қалай сауықтыруға болады. Бұл өте күрделі мәселе. Бұл үшін ең алдымен, адамдардың табиғатқа деген көзқарасын өзгертіп, дұрыстау керек, тәрбиелеу керек. Адамдардың табиғатқа, қоршаған ортаға деген көзқарасын өзгертіп, қалыптастыру керек. Қазіргі заманға сай экологиялық идеология қажет. Егер біз, жас ұрпақ кішкентай кезінен бастап табиғатты сүйеге тәрбиелемесе көп нәрседен ұтылатынымыз хақ. Әрбір маман, басшы, экология негіздерін жақсы білуі қажет. Сонда ғана, әрбір адамның миында, қанында, көз қарасында қоршаған ортаны бүлдірмеу керектігі туралы негіз қалыптасады. Адамдар сонда ғана туған өңір табиғатын қорғауда белсенділік көрсете алады. Газет-журналдарға мақала жазу, баяндама жасау, теледидардан мәліметтер беру, жазушылармен, ғалымдармен кездесулер өткізудің нәтижелері мол болады. Адамдардың көздерін, адамды табиғаттың бір бөлшегі екендігіне жеткізу өте маңызды [6].

### **Әдебиеттер**

1. Каримов А. //Экологияландырылған практикум //Химия мектепте. - 2004. - №4. - 9-11б.
2. Нұрахметов Н., Ысқақова Г. Химиялық – экологиялық берудің негізгі аспектілері. //Химия мектепте журналы. - 2004. - №1. - 25-29 б.
3. Сакаръянова Қ., Шакирова А. Органикалық химияны оқыту барысында экологиялық мәселелерді қамту жолдары. // Химия мектепте журналы. - 2004. - №5. - 49-53 б.
4. Тұрарбеков А.Т. Жалпы экология. - Астана, 2009.
5. Ақбасова., Саинова Г.Ә. Экология. - Алматы, 2003. - 185б.
6. Оспанова Г.С., Бозшатаева Г.Т. Экологиядан оқу-әдістемелік құрал. - Алматы, 2000.

## ПОЛИМЕРҚҰРАМДЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ БИТУМ ТОТЫҚТЫРУҒА ӘСЕРІ

**А.Т. Кабылбекова<sup>1</sup>, А.С. Унгарбаева<sup>1</sup>, Г.Ф. Сагитова<sup>2</sup>**

Ғылыми жетекші: PhD доктор **Тілеуберді Е.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз*

<sup>2</sup>*М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент*

<sup>3</sup>*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы*  
*e-mail: [aika\\_kabil@mail.ru](mailto:aika_kabil@mail.ru)*

**Түйіндеме.** Мақалада мұнайлы жол битумдарының құрамы мен құрылымының ерекшеліктері, сонымен қатар оның таралуы, полимерқұрамды тұрмыстық қалдықтардың битум тотықтыруға әсері туралы деректер қарастырылған. Ғылыми мақала тақырыбы аясында отандық және шетелдік ғалымдардың ғылыми еңбектеріне талдау жасалынды.

Қазіргі уақытта битумды полимерлі қалдықтармен модификациялау саласында көптеген зерттеулер жүргізіліп жатыр. Бұл органикалық байланыстырғыш материалдардың құрылымды-механикалық сипаттамаларын жақсарту мәселелерін шешу жолымен екіншілік полимерлі шикізаттың қорын өңдеуге бағытталған тиімді бағыттардың бірі болып саналады. Яғни, полимерді модификациялау ең қолайлы және ең қажетті тәсілдердің бірі екендігі мәлім.

Эластомерлер, химиялық функционалдық термопластика және пластомерлер битумды модификациялау үшін ең жиі қолданылатын полимерлер. Полимер ғылымында «пластомер» сөзі эластомер мен пластмассалардың (термопластика) бір мезгілде әрекеті бар полимерді білдіреді. Пластомерлер бірнеше артықшылықтарды қамтамасыз етеді және әдетте жоғары температурадағы қаттылықты жақсарту үшін қолданылады, дегенмен олардың кейбіреулері фазалардың бөлінуіне және нәтижесінде сақтаудың тұрақсыздығына бейім. Пластомерлер мен битум арасындағы үйлесімділікті жақсартуға арналған химиялық модификаторлар да осы шолу мақаласында қарастырылады.

Мұнай өңдеу саласындағы маңызды бағыттардың бірі мұнай қалдықтарын висбрекинг, кокстеу, асфальтсыздандыру, битум өндіру, тотығу, крекинг және т.б. процестер арқылы ұтымды пайдалану болып табылады.

Тотыққан битумды арнайы аппараттарда (ауа үрлеу) шайырды тотықтыру арқылы алады. Тотыққан битумды өндіру кезінде қалдықтардың құрамындағы сутегі атмосфералық оттегімен әрекеттесіп, су буын түзеді. Сутегінің жоғалуынан, ол мұнай қалдықтарының полимерленуіне және қоюлануына байланысты тығыздалуымен бірге жүретіндігі айқындалған.

**Кілт сөздер:** битум, көмірсутек, резина, материал, полимер, модификация, тотықтыру

### **Кіріспе**

Қазіргі заманғы өнеркәсіптік және құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықтарының міндеттерінің ішіндегі ең маңыздысы импортты барынша алмастыра отырып, отандық өндірістің коррозияға қарсы маңызды материалдарын пайдалану маңызды болып табылады. Осыған байланысты отандық битумдардың негізінде өнеркәсіптің

экологиялық және экономикалық аспектілерін шешуге тиіс композициялық битум материалдарын өндірудің қазіргі заманғы технологиясын жасау маңызды болып отыр.

Әлемдік мұнай өңдеу өнімдерінің жалпы көлеміндегі мұнай битумының үлесі 3-4% құрайды. Бүгінгі күні битумға деген жалпы сұраныс жылына 102 млн. тоннаға бағаланады, оның 85% битумға деген сұраныс жол индустриясына тиесілі болып келеді. Мұнай битумдарын әлемдік тұтыну құрылымында алғашқы үштікке кіретін мемлекеттер, олар: Америка Құрама Штаттары (29,22%), Қытай (9,38%), Жапония (6,59%). Мұнай битумдары мұнай өңдеу өнімдері құрылыс индустриясында, әсіресе жол құрылысында кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта битумдар әлемнің 70-тен астам елінде өндірілу үстінде. Елімізде жол битумына деген сұраныс биыл 600 мың тоннаны құрады. Ал, келесі жылға болжам бойынша 800 мың тонна қажет. Осы қажеттіліктерді Қазақстандағы битум өндіретін 4 зауыт толығымен қамтамасыз етіп отыр. Себебі, олардың қуаттылығы 1 млн тоннадан асады. Осы ретте Маңғыстаудағы "Каспий битум" зауытының маңызы зор.

Зерттеу тақырыбы қазіргі таңдағы ауқымды өзектілігі бар мәселелердің бірі болып табылады.

Битум (немесе асфальт байланыстырғыш) - шикі мұнайды айдау арқылы алынатын мұнай өнеркәсібінің жанама өнімі. Оның құнды сипаттамалары бар, оның ішінде ұзақ төзімділік, жоғары адгезия және су өткізбейтін қабілеттері жол құрылыс материалы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Жол құрылысында битум асфальт қоспасын өндіру үшін байланыстырғыш ретінде толтырғыштар араластырылып, қолданылады. Асфальт қоспаларының өнімділік сипаттамалары мен жалпы беріктігі битум байланыстырғыштың өнімділігіне байланысты. Асфальтбетон жабындарының істен шығуы көбінесе төмен температурада пайда болатын термиялық крекингтен, жоғары температурада битумның жұмсартылуына және битум серпімділігінің төмендеуіне әкеліп соқтыратын жыртылудан немесе шаршаудан болатын асфальт байланыстырғыштың істен шығуына тікелей байланысты [1].

Шолуүдерісі бойынша жалпы «битум» туралы кеңінен мәліметтер жинақталды.

Битум – асфальттыбетонды қоспалардың негізгі компоненттерінің бірі. Битумның физика-механикалық қасиеттерінің ерекшеліктеріне, сондай-ақ салыстырмалы арзандығы мен өндірісінің үлкен көлеміне байланысты, мұнай битумы асфальттыбетонды өндірудің негізгі байланыстырғыш материалы ретінде жүз жылдан астам уақыт бойы қолданылып келеді.

Битум бұл жер қойнауында қатты, тұтқыр сұйық және пластикалық күйде жататын көмірсутектік шикізат.

Битум табиғи, жасанды, асфальтты ұнтақ түріндегі битум және гудронды (шайырлы) битум болып жіктеледі.

Табиғи битумдар көбінесе химия және лак-бояу өндірістерінде қолданылады. Жасанды битум - мұнай өңдеуден алынған материал. Өңдеу жүргізілетін технология битумның келесі түрлерін ажыратады: қалдық, тотыққан, крекингтік.

Асфальтты ұнтақ түріндегі битум әктас сияқты, тау кен орындарында болады. Гудронды битум мазуттан мұнай фракцияларын сығу арқылы алынады.

Битумның құрамын элементтік және химиялық деп бөледі. Элементтік құрам битумның қандай элементтерден тұратын, ал химиялық құрам осы элементтердің қандай қосылыстар түзетінін анықтайды.



Битумның элементтік құрамы мынадай:

- көміртегі (C) 70–80%,
- сутегі 10–15%,
- күкірт (S) 2–9%,
- оттегі (O) 1–5%,
- азот (N) 0–2%.

Бұл элементтер битумда көмірсутектер және олардың күкіртпен, оттегімен және азотпен қосылыстары ретінде кездеседі.

Битумдардың химиялық құрамы өте күрделі. Онда  $C_9H_{20}$  - дан  $C_{30}H_{62}$  дейін каныққан (көмірсутектері болуы мүмкін. Бұл битум түзетін қосылыстарды үш топқа қатты бөлік, шайырлар және майлы фракциялар деп бөлуге болады. Бұлардың әрқайсысы молекулалық массасы әр түрлі көмірсутектерден және олардың металл емес элементтер мен туындыларынан тұрады.

Каспи битум зауыты автожолдарға арналған битумды Қаражанбас кен орнының жоғары шайырлы битуминозды майынан алады. Өндірістің тағы бір өнімі – полимерлі модификацияланған битумы. Негізінен аталған зауыт шығаратын битум жалпы Қазақстанда өндірілетін битумның 42 пайызын құрайды.

Қазақстандық ғалымдар Маңғыстау облысында орналасқан Беке кен орнының табиғи битумын зерттеген. Табиғи битумның құрамына кіретін шайырлы компоненттер инфрақызыл спектроскопия, ПМР спектроскопия, гипотетикалық молекулалық құрылымы Монте-Карло әдісімен айқындалған [1].

Битум бұл жер қойнауында қатты, тұтқыр сұйық және пластикалық күйде жататын көмірсутектік шикізат. Битум табиғи, жасанды, асфальтты ұнтақ түріндегі битум және гудронды (шайырлы) битум болып жіктеледі.

Табиғи битумдар көбінесе химия және лак-бояу өндірістерінде қолданылады. Жасанды битум - мұнай өңдеуден алынған материал. Өңдеу жүргізілетін технология битумның келесі түрлерін ажыратады: қалдық, тотыққан, крекингтік. Асфальтты ұнтақ түріндегі битум әктас сияқты, тау кен орындарында болады. Гудронды битум мазуттан мұнай фракцияларын сығу арқылы алынады [2].

Битумның құрамын элементтік және химиялық деп бөледі. Элементтік құрам битумның қандай элементтерден тұратын, ал химиялық құрам осы элементтердің қандай қосылыстар түзетінін анықтайды.

Битумдардың химиялық құрамы өте күрделі. Онда  $C_9H_{20}$ –дан  $C_{30}H_{62}$  дейін каныққан көмірсутектері болуы мүмкін. Бұл битум түзетін қосылыстарды үш топқа қатты бөлік, шайырлар және майлы фракциялар деп бөлуге болады. Бұлардың әрқайсысы молекулалық массасы әр түрлі көмірсутектерден және олардың металл емес элементтер мен туындыларынан тұрады.

Қазіргі таңда Қазақстанда табиғи және жасанды битум өндірісі қарқынды дамыған және шет елден тасымалдауға тәуелді емес. Заманауи технологияларды пайдалана отырып, көптеген зерттеулердің нәтижесінде қазіргі кезде битум тек қана жол құрылыс саласында ғана емес, сонымен бірге шатыр құрылысы, өнеркәсіп құрылыстарында қолданылатын су өткізбейтін арнайы жабынды төсеніштер саласында, қуаттағыштар, резина бұйымдар, гидрооқшаулағыш өндірісінде және лак-бояу өндірісінде қолдануға болатындығы мәлім.

### Әдістері және материалдары

«Полимерқұрамды тұрмыстық қалдықтардың битум тотықтыруға әсерін зерттеу» диссертациялық жұмыстың бастапқы зерттеу процестері ретінде отандық және шетелдік ғалымдардың ғылыми еңбектеріне, жарияланымдарына, оқу құралдарына, ғылыми мақалаларына әдебиеттік шолу жасалынды.

Мысалы, бірнеше шетелдік ғылыми мақалалар арасынан Elsevier базасына кіретін «Construction and Building Materials» журналына жарияланған «The effect of waste low-density polyethylene on the mechanical properties of thin asphalt overlay» тақырыбындағы шетелдік Н. Абдулжаббар, Ш. Ал-Бусалтан авторларының ғылыми еңбектерін атап айтуға болады.

Аталған зерттеу жұмысында соңғы жылдары қалдықтарды қайта өңдеудің инновациялық әдістеріне үлкен сұраныс туындай бастағандығы баяндалған. «Бұл зерттеу тұрмыстық мақсатта полиэтилен пакеттерінен жиналған төмен тығыздықтағы полиэтилен қалдықтарын (w-LDPE) пайдаланудың тығыз жұқа асфальт қабатының механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеуге және бағалауға бағытталған. Қалдық материалдар асфальтбетонды жабын қоспаларын әзірлеуде орынды деп танылды, бұл қоспаның қасиеттерін одан әрі жақсартуға байланысты шығындарды азайтуға және табиғи ресурстарды үнемдеуге байланысты», - деп авторлар өз тұжырымдарын ғылыми мақалада ашып көрсеткен.

Сонымен қатар, отандық ғалымдардың еңбектері ішінен Оңғарбаев Е.К., Иманбаев Е., Тілеуберді Е. және т.б. «Thermal cracking of natural bitumen in presence of activating additives» тақырыбындағы ғылыми мақаланы айтуға болады. Мақалада қазақстандық ғалымдар Маңғыстау облысында орналасқан Беке кен орнының табиғи битумын зерттегендігі айқындалған. Табиғи битумның құрамына кіретін шайырлы компоненттер инфрақызыл спектроскопия, ПМР спектроскопия, гипотетикалық молекулалық құрылымы Монте-Карло әдісімен анықталған [1].

### Нәтижелері

Битумды өте төмен температурада да (-40 °С - -60 °С) жоғары серпімді деформацияға қабілетті эластомерлермен және полимерлермен біріктіру арқылы физикалық-химиялық модификациялау (100°С -ден жоғары) тәсілі бар.

Тотыққан битум өндірісінің заманауи технологиясы мұнай қалдықтарын катализаторсыз атмосфералық оттегімен тотығудан тұрады. Өндірістік жағдайларда температура диапазоны 230-270 ° С; ауа шығыны – 2,8 +5,5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> \*мин); ұзақтығы - 12 сағатқа дейінгі баған диаметрі 3,2-3,4 м және биіктігі 14-15 м. Тотығу кезінде жүретін реакциялар: тотығу, дегидрлену, деалкилдену, тотығу полимерленуі, поликонденсациялану, крекинг, одан кейін оның өнімдерінің тығыздалуы.

Атмосфералық оттегінің негізгі бөлігі су мен көмірқышқыл газының түзілуіне, аз бөлігі – құрамында оттегі бар органикалық заттардың түзілуіне кетеді. Мұнай көмірсутектері бір уақытта екі бағытта тотығады:





Қажетті өнімділік қасиеттері бар жақсартылған сападағы мұнай битумын алу үшін шикізаттың оңтайлы сапасын пайдалану және таңдау немесе әртүрлі қоспалармен тотыққан битумның қасиеттерін өзгерту қажет.

1-кестеде жұмсарту температурасы 47–53 °С диапазонында, 250 °С температурада және 0,1–0,3 МПа қысымда шайырдан тотыққан битум алу процесінің шарттары көрсетілген.

Кесте 1 – Тотықтырғыш колонналарда жол битумын алу шарттары

Битумның маркалары	$W, \text{ч}^{-1}$	$G_{\text{ауа.}}, \text{м}^3/\text{т}$	$U_{\text{ауа.}}, \text{м}^3/\text{с}$	$T_{\text{жұмсарту}}, \text{°C}$
БНД – 40/60	0,25	66	0,080	53
БНД – 60/90	0,30	45	0,065	50
БНД – 90/130	0,35	30	0,051	47

мұндағы:  $W$  – шайырдың көлемдік беру жылдамдығы;  $g_{\text{ауа}}$  – ауаның меншікті шығыны,  $u_{\text{ауа}}$  – ауаның сызықтық жылдамдығы,  $t_{\text{жұмсарту}}$  – битумды жұмсарту температурасы.

Төмендегі 2-кестеде тотығу дәрежесіне байланысты тығыздығы 985 кг/м<sup>3</sup> шайырдан битум шығымының мәндері берілген:

Кесте 2 – Битум шығымының мәндері

Битумның шығымы ( $\gamma$ ), % мас.	99	98	97	96	94	92	85
Битумды $T_{\text{жұмсарту}}, \text{°C}$	40	45	48	52	70	90	120

мұндағы:  $G_b$  – битум шығымы, мұнайдағы % мас.үлесі;  $\chi$  – Конрадсон әдісі бойынша мұнайды кокстеу (гудрон), % мас.үлесі;  $V$  – мұнай айдау қалдықтарының шығымы (гудрон), % көлемдік үлесі.;  $\rho$  – қалдық тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>.

Егер қоспалары бар гудрон тотығуға ұшыраса, онда битум шығымы тәжірибелік жолмен анықталады немесе 1-2 масс.үлесі % алынады. Қоспаның түріне байланысты көп немесе аз болуы мүмкін.

### Талқылау

Соңғы жылдары жол қозғалысының қарқындылығы мен жолдағы көлік санының артуы, жол жабындарының сапасының жеткіліксіздігі салдарынан жол жамылғысы тез тозып барады, сондықтан мемлекеттен бөлінген қаражат негізінен көбірек пайдаланатын жолдарды жөндеуге жұмсалуда. Жол жабындарының өнімділік қасиеттерін жақсартудың тиімді әдістерінің бірі битумды температуралық диапазонын кеңейту, төзімділік пен жарықшақтарға төзімділігін арттыру мүмкіндігі бар полимерлі қоспалармен модификациялау болып табылады. Қымбат полимерлі термопластикалық модификаторлардан айырмашылығы, пайдаланылған шиналарды қайта өңдеу процесінің

өнімі болып табылатын резеңке үгіндісінің құны арзанырақ, бұл жол байланыстырғыштарын модификациялаудың үнемді әдісін жасауға мүмкіндік береді. Қолданудың бұл бағытының мақсаттылығы каучуктың құрамына кіретін резеңкелердің белгілі бір қасиеттерін (ең алдымен серпімділігін) қайта өңдеу мүмкіндігімен ғана емес, сонымен қатар пайдаланылған шикізатты өңдеу кезіндегі қалдықтардың жеткілікті үлкен көлемін кәдеге жаратумен түсіндіріледі.

Полимерді модификациялау жолдың қызмет ету мерзімін ұзарту кезінде байланыстырушы заттардың бұзылуын болдырмау немесе кем дегенде азайту үшін битум қасиеттерін жақсартудың тиімді әдісі болып саналады [3, 4]. Полимерлердің ең жиі қолданылатын үш түрі – химиялық функционалды термопластика, эластомерлер және пластомерлер - битумды модификациялау үшін сәтті қолданылды және олардың әрқайсысы әртүрлі артықшылықтар мен кемшіліктерді қамтамасыз етеді. Дегенмен бұл шолу мақаласы болғандықтан, алдағы уақытта одан әрі зерттеулер қарастырылады.

### **Қорытынды**

Битумды материалдар - шатыр және гидрооқшаулағыш жұмыстар үшін ең кең таралған, орташа қызмет ету мерзімі 10–15 жыл. Олардың төзімділігін арттыру, сонымен қатар термофизикалық, механикалық және басқа да қасиеттерін жақсарту үшін әртүрлі әдістер қолданылады: битум өндіру технологиясын жетілдіру, битумды модификациялау, битумды пластификациялау, сонымен қатар олардың комбинациялары. Өндірісте битумды араластыру арқылы тәжірибеде алынады; балқытылған битумды ауамен тотықтыру, темір хлориді немесе фосфор оксиді қатысында тотығу; битумға модификациялаушы қоспаларды енгізу: толықтырғыштар, пластификаторлар, құрылым түзгіштер, синтетикалық полимерлер және олардың қоспалары және т.б. Осылайша, шатыр мен гидроизоляцияға қажетті беріктікті қамтамасыз ететін композиттік битум материалдары жасалады.

### **Әдебиеттер**

1. Ongarbayev Y.K., Imanbayev Y., Tileuberdi Y., Oteuli S.A., Zhambolova A.B., Mansurov Z.A., Krivtsov E.B., Golovko A.K. Thermal cracking of natural bitumen in presence of activating additives // Journal of Chemical Technology & Metallurgy. - 2019. - Vol. 54. - No. 3. - P. 564-570. SJR
2. Галдина В.Д. Модифицированные битумы. - Омск: СиБАДИ, 2009. - 228с.
3. Syrmanova K., Kaldybekova G., Botabayev N., Beloborodova A. Tuleyov A., Sakibaeva S.A. Acid Activation of Kulantau Vermiculite // Journal Materials Science and Engineering. - 2013. - Vol.(7), №3. - P.560-563.
4. Syrmanova K.K., Kaldybekova Zh.B., Botabayev N.E., Botashev Ye.T., Suleimenova M.T., Beloborodov B.Y., Rivkina T.V. Improving Oil Products Quality by Vermiculite Sorbent // Oriental Journal of Chemistry. - 2018. - Vol.34, №(2). - P.922-927.

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ И $\gamma$ -РАДИАЦИИ НА ГЛУБИНУ ГИДРОГЕНИЗАЦИЙ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЛДЫКОЛЬ

Ж. Каирбеков<sup>1</sup>, И.М. Джелдыбаева<sup>1</sup>, С.М. Суймбаева<sup>1</sup>, А.Ж. Каирбеков<sup>2</sup>

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

*<sup>2</sup>НИИ Новых химических технологий и материалов, Алматы*

*e-mail: indiko\_87@mail.ru*

Преобладание запасов углей над остальными видами органического сырья позволяет считать их наиболее перспективным источником для производства жидких, газообразных и твердых синтетических топлив, а также – для получения химических веществ. Поскольку запасы нефти и газа, даже с учетом открытия новых месторождений, необратимо истощаются, постоянно возрастает себестоимость их добычи и транспортировки, актуальной становится проблема применения альтернативных видов сырья, к которым относится уголь, для получения синтетического жидкого топлива [1, 2].

Особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку научных основ процессов и технологий гидрогенизации третьего поколения, а также установление взаимосвязи между структурой углей и повышением их реакционной способности различными физико-химическими методами в процессах их гидрогенизационной переработки [3–7].

В данной работе изучено влияние состава катализатора, его модификации элементарной серой, предварительного озонолиза и  $\gamma$ -радиации для повышения реакционной способности угля месторождения Талдыколь в процессе гидрогенизации со следующими физико-химическими характеристиками:  $W^a=12,0\%$ ,  $A^{daf}=7,4\%$ ,  $V^{daf}=41,2\%$ ,  $C^{daf}=74,5\%$ ,  $H^{daf}=5,43\%$ ,  $S^{daf}=0,53\%$ ,  $O+N=19,54\%$ ,  $H/C=0,87\%$ . В химическом составе минеральной части угля установлено содержание (мас.%):  $SiO_2 - 34,5$ ;  $Al_2O_3 - 17,62$ ;  $Fe_2O_3 - 10,88$ ;  $CaO - 13,10$ ;  $MgO - 2,53\%$ ;  $TiO_2 - 1,09$ ;  $P_2O_5 - 5,15$ ;  $SO_3 - 12,94$ ;  $K_2O - 1,01\%$ ;  $Na_2O - 1,22\%$ .

По результатам экспериментальных исследований по влиянию содержания  $Fe_2O_3$  в железорудных катализаторах на основные показатели гидрогенизации угля следует, что при применении в качестве катализатора образца боксита № 094, содержащего 23,7%  $Fe_2O_3$ , был достигнут более высокий выход жидких продуктов (71,6 %). В дальнейшей работе с целью повышения каталитической активности образца катализатора № 094 были проведены исследования по изучению влияния модификации указанного катализатора добавками элементарной серы.

При добавлении в реакционную смесь элементарной серы в количестве от 0,5 до 2,0 % в расчете на массу катализатора выход жидких продуктов увеличивался с 71,6 % (без добавок серы) до 79,7 % (максимально) при содержании серы 1,25 %. Одной из причин увеличения каталитической активности железосодержащих катализаторов при модификации их элементарной серой является превращение оксидов железа в мелкодисперсный пирротин в процессе гидрогенизации угля. По данным РФА состав основной кристаллической фазы катализатора, после его использования в процессе

гидрогенизации угля с добавками серы, содержит пирротин. Кроме того, наличие соединений серы в реакционной среде в присутствии водорода увеличивает глубину превращения органической массы угля (ОМУ), образующийся при этом  $H_2S$  с одной стороны является переносчиком водорода (в присутствии молекулярного водорода), а с другой – существенно влияет на активность исходных соединений, применяемых в качестве катализаторов [8].

По сравнению с исходным углем при обработке угля 0,5 л/мин озоном в течение 60 минут выход жидких продуктов увеличивался на 8,5 %. При возрастании скорости подачи озона и времени взаимодействия озона с углем до 90 мин было отмечено снижение выхода жидких продуктов (75,8 %). При озонировании углеводородов возможны два механизма химических превращений: присоединение озона по  $\pi$ -связям в молекулах непредельных и ароматических (с раскрытием цикла) соединений и окислительные реакции радикального типа с образованием широкого спектра кислородсодержащих продуктов (карбоновых кислот, спиртов, альдегидов и др.). Анализ экспериментальных данных показывает, что в результате озонирования угля наблюдается увеличение концентрации свободных радикалов (СРС) в зависимости от времени активации  $O_3$ . В угле, обработанном озоном в течение 90 минут, было отмечено снижение концентрации СРС по сравнению с углем, обработанным в течение 30-40 минут. Это свидетельствует о том, что при более продолжительной обработке угля озono-воздушной смесью происходит рекомбинация образующихся свободных радикалов.

С целью повышения реакционной способности угля Талдыкольского месторождения в процессе гидрогенизации под невысоким давлением водорода были проведены исследования по облучению угля и железосодержащего катализатора потоком электронов на ускорителе электронов ЛУ-6. Плотность потока электронов была равна 2 мкА/см<sup>2</sup>, доза варьировалась от 50 до 500 кГр. Установлено, что при увеличении дозы облучения угля от 50 до 150 кГр выход жидких продуктов гидрогенизации увеличивается с 71,6 до 80,8 мас. %, что на 11,38 % выше по сравнению с необлученным углем.

Таким образом на основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод о том, что предварительное озонирование и радиационное облучение угля электронным пучком приводит к повышению реакционной способности угля в процессе гидрогенизации, а также способствует образованию свободных радикалов и изменению соединений железа, входящих в состав катализатора гидрогенизации угля. Что в свою очередь приводит к увеличению выхода жидких продуктов в обоих случаях. Озонирование угля в течение 60 минут приводит к увеличению ВЖП на 8,5 %, вернее с 71,6 до 80,1 мас. %, а при радиационном облучении угля дозой 150 кГр можно достичь также повышения выхода жидких продуктов до 80,8 мас.%. А также методом нелинейной регрессии были установлены функции зависимости выхода жидких продуктов от времени озонирования и дозы облучения и от концентраций свободных радикалов. Рассчитаны воспроизводимости функции и построены ее графики в трехмерной системе координат.

*Данное исследование выполнено в рамках проекта AP14869180 финансируемое Комитетом Науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан*

### Литература

1. Каирбеков Ж.К., Емельянова В.С., Жубанов К.А., Мылтыкбаева Ж.К., Байжомартов Б.Б. Теория и практика переработки угля. - Алматы: Білім, 2013. - 496 с.
2. Каирбеков Ж.К., Токтамысов М.Т., Жалгасулы Н., Ешова Ж.Т. Комплексная переработка бурых углей Центрального Казахстана. - Алматы: Изд-во Қазақ университеті, 2014. - 278 с.
3. Каирбеков Ж.К., Ермолдина Э.Т., Каирбеков А.Ж., Джелдыбаева И.М. Комплексная переработка бурых углей Южного Казахстана. - Алматы: Изд-во Қазақ университеті, 2018. - 454 с.
4. Малолетнев А.С., Кричко А.А., Гаркуша А.А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей. - М.: Недра, 1992. - 128 с.
5. Смуткина З.С., Секриеру В.И., Кричко И.Б., Скрипченко Г.Б. // ХТТ. - 1983. - №1. - С.37.
6. Шарыпов В.И., Барышников С.В., Чумаков В.Г. и др. // ХТТ. - 1995. - № 6. - С.39.
7. Шарыпов В.И., Барышников С.В., Береговцова Н.Г. и др. // ХТТ. - 1996. - № 3.- С.134.
8. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. - М.: Изд-во МГГУ, 2003. - 556 с.

## ДОСТИЖЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОПОДОБНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ $\beta$ -АМИНОПРОПИОАМИДОКСИМОВ

Л.А. Каюкова<sup>1</sup>, К.Д. Пралиев<sup>1</sup>, А.В. Вологжанина<sup>2</sup>, Г.П. Байтурсынова<sup>1</sup>,  
Э.М. Ергалиева<sup>1</sup>, А.Б. Узакова<sup>1</sup>, Г.Т. Дюсембаева<sup>1</sup>, Г.М. Пичхадзе<sup>3</sup>,  
В.Л. Бісмілда<sup>4</sup>, Л.Т. Чингисова<sup>4</sup>, З.Т. Шультгау<sup>5</sup>, А.Е. Гуляев<sup>5</sup>,  
Ш.Д. Сергазы<sup>5</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы

<sup>2</sup>«ФГБУН Институт элементоорганических соединений  
им. А.Н. Несмеянова РАН», Москва, Россия

<sup>3</sup>Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,  
Алматы

<sup>4</sup>«Национальный научный центр фтизиопульмонологии» МЗ РК, Алматы,

<sup>5</sup>«Национальный центр биотехнологии», Астана

e-mail: lka Yukova@mail.ru

**Аннотация:** *Введение.* Интерес исследователей к амидоксимам обусловлен возможностью их синтетической модификации по реакционным группам NOH и NH<sub>2</sub>. Самыми многочисленными производными амидоксимов являются производные реакций ацилирования по атому кислорода группы NOH с последующей дегидратацией с участием фрагмента NH<sub>2</sub> в 1,2,4-оксадиазолы. В большинстве случаев производные амидоксимов являются стабильными. Получены массивы данных по разнообразной биологической активности амидоксимов. *Цели и задачи.* Нашей задачей в области новых производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов было изучение реакционной способности многофункциональных субстратов и разработка новых медицинских препаратов с повышенной активностью и меньшей токсичностью, чем используемые на практике. *Результаты и обсуждение.* Синтезирован широкий круг лекарственныхподобных оснований и гидрохлоридов О-арил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов, 3-( $\beta$ -амино)этил-5-арил-1,2,4-оксадиазолов и продуктов их перестройки по перегруппировке Боултона-Катрицкого до хлоридов и бензоатов 2-аминоспиропиразолиламмония, а также линейные О-сульфоарил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимы и перегруппированные до хлоридов и сульфонов 2-аминоспиропиразолиламмония продукты арилсульфохлорирования  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов. Большой массив синтезированных новых соединений прошел первичный и углубленный фармацевтический скрининг на спектр биологической активности (местноанестезирующая, противовоспалительная, жаропонижающая, противодиабетическая, противотуберкулезная). *Заключение.*  $\beta$ -Аминопропиоамидоксимы представляют собой ключевые соединения в органической химии, несущие потенциал изучения фундаментальных вопросов реакционной способности, строения, молекулярных перегруппировок и поиска новых лекарственных средств. Среди изученных библиотек производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов обнаружены перспективные соединения, данные *in vitro* биологического скрининга которых свидетельствуют о том, что они могут быть



использованы при дальнейшей *in vivo* проверке на животных токсических свойств и разработке условий, доз, новых схем лечения ряда заболеваний.

### Введение

Класс производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов интересен тем, что позволяет решать актуальные вопросы фундаментального характера органической химии – региоспецифичности и региоселективности органического синтеза многофункциональных субстратов, вопросы строения и задачи поиска новых экономически доступных, высокоэффективных, малотоксичных медицинских препаратов.

Синтезированы библиотеки лекарственноподобных соединений для биологического скрининга с учетом эмпирического правила «5» Липинского: основания и гидрохлориды *O*-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов, 5-замещенный фенил-3-( $\beta$ -аминоэтил)-1,2,4-оксадиазолы и их гидрохлориды, перестроенные в соответствии с внутримолекулярной перегруппировкой Боултона-Катрицкого хлориды и бензоаты 2-аминоспиропиразолиламмония, а также линейные *O*-сульфоарил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимы и перегруппированные до хлоридов и сульфонов 2-аминоспиропиразолиламмония продукты арилсульфохлорирования  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов. Большой массив синтезированных новых соединений прошел первичный и углубленный фармацевтический скрининг на разные виды биологической активности (местноанестезирующая, противовоспалительная, жаропонижающая, противодиабетическая, противотуберкулезная).

Среди изученных библиотек производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов обнаружены перспективные соединения, данные *in vitro* биологического скрининга которых свидетельствуют о том, что они могут быть использованы при дальнейшей *in vivo* проверке на животных токсических свойств и разработке условий, доз, новых схем лечения ряда заболеваний.

Существуют разнообразные подходы к решению проблемы лекарственного подобия соединений. Эти методы основаны на простых фильтрах: на анализе топологии препаратов, т.е. на анализе групп лекарств по болезням, для лечения которых они используются, или на методах хемоинформатики, исходящих из баз данных по биологическим свойствам структур органических соединений, содержащих определенный набор функциональных групп и на правилах подсчета, таких как «правило пяти» Липинского.

«Правило 5» Липинского утверждает, что плохие абсорбция или проникновение более вероятны, когда имеется более 5 доноров Н-связи, 10 акцепторов Н-связи, молекулярная масса соединения (MWT) больше 500 и рассчитанный Log P (CLogP) больше 5 (для системы октанол-вода). Также Липинский определяет лекарственноподобные вещества как «соединения, которые обладают достаточно приемлемыми свойствами ADME и токсичности, чтобы пройти фазу I клинических испытаний на людях [1,2].

Диапазоны таких дескрипторов могут быть извлечены из баз данных по лекарствам: Comprehensive Medical Chemistry [3], а также из качественных и количественных характеристик известных баз данных по лекарственным препаратам [4,5].

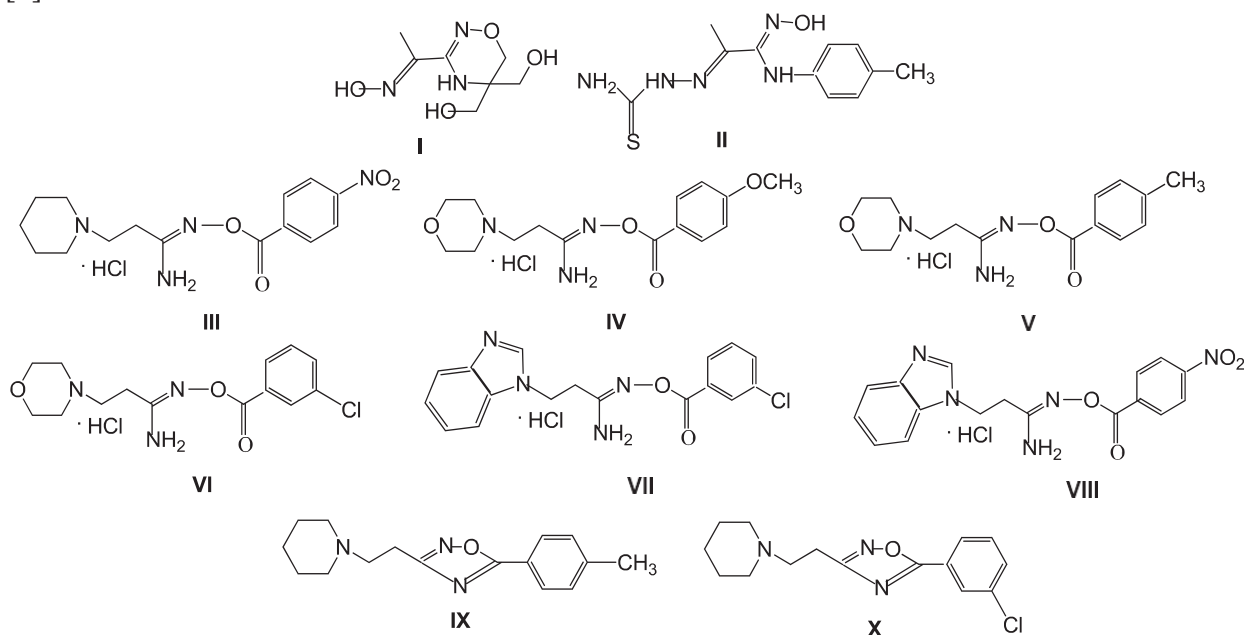
Не существует одного «правильного» или «неправильного» способа разработки нового лекарственного средства, но практика эффективного учета информации о

соединениях и последующего ее использования для принятия обоснованных решений может помочь изменить шансы на успех в открытии лекарств.

## Результаты и обсуждение

### Местноанестезирующая активность амидоксимов

Рациональное использование лекарственных средств является одной из актуальных проблем современной медицины. Врач любого профиля чаще всего сталкивается с необходимостью устранения и предотвращения болевого синдрома. При болях различной интенсивности адекватное обезболивание снижает напряжение и страх больного, препятствует формированию у него негативного отношения к лечебным манипуляциям, защищает нервную систему врача и больного, обеспечивая более качественную медицинскую помощь. Поиск новых обезболивающих средств с повышенной активностью и меньшей токсичностью, чем применяемые на практике, является одной из задач современной медицинской химии. Нами разработаны новые  $\beta$ -аминопропиоамидоксимы и изучены их нейротропные свойства. Здесь мы представляем результаты исследования местной анестезирующей активности трех химических групп новых производных амидоксимов: азотистых производных  $\alpha$ -хлор- $\alpha$ -изонитрозокетонов (I, II), O-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов (III–VIII) и 3-( $\beta$ -амино)этил-5-арил-1,2,4-оксадиазолов (IX, X) [6].



Показано, что производные амидоксимов I–X проявляют местноанестезирующий эффект при проводниковой и инфильтрационной анестезии, который сравнивался с эталонными препаратами (тримекаин, лидокаин, новокаин и казкаин). 1,2,4-Оксадиазолы IX и X и, в меньшей степени, O-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимы с  $\beta$ -бензимидазольным заместителем VII и VIII имели более длительную продолжительность действия, чем эталонные препараты сравнения. Причем, показатели острой подкожной токсичности LD<sub>50</sub> 1,2,4-оксадиазолов IX и X имели примерно в 2 раза лучшие значения (650,0 и 725,0 мг/кг), чем у препаратов сравнения (тримекаин – 378,2 мг/кг; лидокаин – 248,6 мг/кг; новокаин – 480,0 мг/кг; казкаин – 350,00 мг/кг) [7].

### **Противотуберкулезная активность производных $\beta$ -аминопропиоамидоксимов**

Ведущими причинами смерти в мире в 2019 г. на глобальном уровне являлись 7 из 10 из группы неинфекционных заболеваний. В 2019 г. на все неинфекционные заболевания вместе приходилось 74% смертей во всем мире.

В соответствии с классификацией Всемирного банка развития экономики мира подразделяются на четыре группы по валовому национальному доходу – с низким доходом, ниже среднего, выше среднего и с высоким уровнем дохода.

*Страны с доходом ниже среднего* имеют разные 10 основных причин смерти: пять неинфекционных, четыре инфекционных и одна причина из группы травм при родах. Диабет является растущей причиной смерти и в этой группе стран он переместился с 15-го места в глобальном уровне смертности на 9-ое место [8],

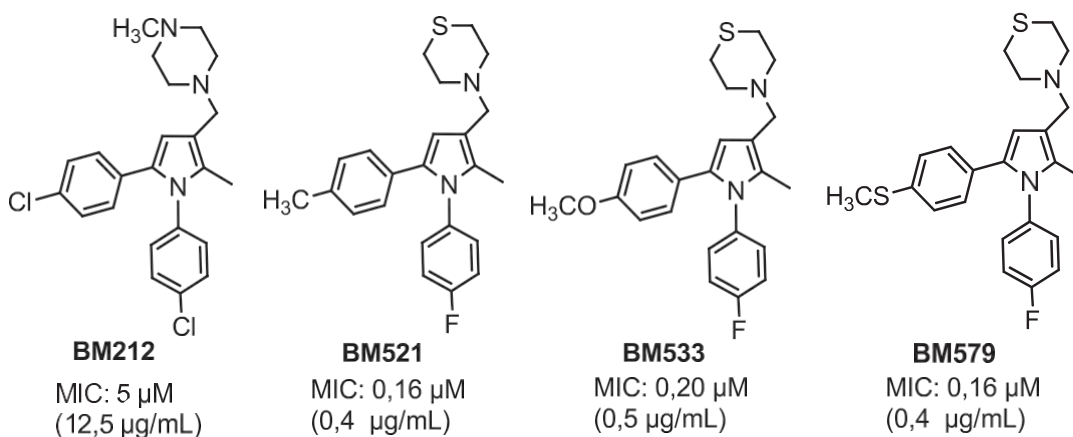
Туберкулез (ТБ) представляет собой основную причину смертности и заболеваемости более чем одной трети населения мира. В мае 2014 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) утвердила новую глобальную стратегию борьбы с ТБ «Положить конец ТБ». Эта стратегия знаменует собой важный переход от борьбы с туберкулезом к прекращению эпидемии к 2035 году. Стратегия «Положить конец туберкулезу» подчеркивает необходимость инноваций для ускорения прогресса за счет оптимизации существующих в краткосрочной перспективе и внедрения новых инновационных методов в долгосрочной перспективе [9]. С целью сокращения сроков лечения, исключения быстрого развития лекарственной устойчивости и токсического и побочного действия существующих противотуберкулезных препаратов, а также снижения стоимости крайне дорогостоящего лечения туберкулеза [лекарственночувствительного (ЛЧ), многолекарственноустойчивого (МЛУ), широколекарственноустойчивого (ШЛУ)] в мире проводится поиск новых противотуберкулезных препаратов.

Нами выполнен ряд проектов по разработке новых противотуберкулезных средств среди гидрохлоридов и оснований О-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов и продуктов их дегидратации – 3-( $\beta$ -амино)этил-5-замещенный фенил-1,2,4-оксадиазолов, профинансированных КН МОН РК [10–12], АО «Национальное агентство по технологическому развитию» [13], CRDF [14–16]. В процессе первичного скрининга на ЛЧ, МЛУ штаммах *M. tuberculosis* в рядах производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов найдены *in vitro* эффективные соединения-хиты, защищенные охранными документами Республики Казахстан; некоторые из них прошли часть *in vivo* предклинических исследований на животных по определению активности на морских свинках и средней токсической дозы на мышах. Требуется дальнейшие исследования интересных препаратов в комбинированных схемах лечения как при *in vitro*, так и при *in vivo* скрининге.

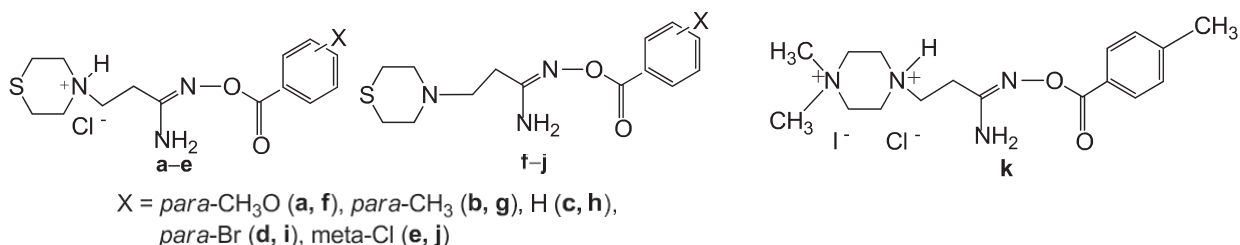
В качестве примеров, опубликованных в печати, можно указать на соли и основания продуктов О-ароилирования  $\beta$ -(тиоморфолин-1-ил)- и  $\beta$ -(4-метилпиперазин-1-ил)пропиоамидоксимов, содержащих в  $\beta$ -положении фармакофорные фрагменты 1-метилпиперазина и 1-тиоморфолина. *In vitro* противотуберкулезный скрининг производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксима на ЛЧ и МЛУ штаммах *M. tuberculosis* в этих рядах выявил высокоактивные конкурентные соединения, менее токсичные, чем рифампицин и изониазид.

Известно, что при разработке новых противотуберкулезных средств 1,5-дифенилпирролы идентифицированы как класс соединений с высокой *in vitro*

противотуберкулезной активностью. Замена метилпиперазинового заместителя на тиоморфолиновый и замена атома хлора в положении 4 N-фенильного фрагмента на атом фтора, а также варьирование ароматических заместителей при атоме С-2 пиррольного кольца при переходе от *para*-CH<sub>3</sub> (BM221) к *para*-CH<sub>3</sub>O (BM233) и к *para*-CH<sub>3</sub>S (BM579) заместителям в 1,5-(4-хлорфенил)-2-метил-3-(4-метилпиперазин-1-ил)метил-1Н-пирроле (BM212), приводит к повышению *in vitro* противотуберкулезной активности на ЛЧ штаммах *M. tuberculosis* H37Rv [13, 14].



Учитывая сказанное, мы синтезировали ряды O-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов, содержащие в  $\beta$ -положении фрагменты тиоморфолина (a–j) и 1-метилпиперазина (k).



*In vitro* противотуберкулезный скрининг ряда O-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов (a–k) на музейных ЛЧ штаммах *M. tuberculosis* H37Rv и двух диких ЛУ и МЛУ штаммах *M. tuberculosis* на жидкой среде Школьниковой обнаружил, что соединения a–j в разной степени обладают противотуберкулезной активностью с минимальной бактерицидной концентрацией (МБК) от >100 до 0,01 мкг/мл. Так, на ЛЧ штаммах *M. tuberculosis* H37Rv O-бензоил- $\beta$ -(тиоморфолин-1-ил)пропиоамидоксим (h) и гидрохлорид, йодметилат O-*para*-толуоил- $\beta$ -(1-метилпиперазин-1-ил)пропиоамидоксим (k) показали наибольшую активность в 0,01 мкг/мл; соединение i обладало средней противотуберкулезной активностью с МБК >20 мкг/мл; остальные соединения a–g и j имели МБК от 100 до >100 мкг/мл.

Наибольшая активность в дозе 0,1 мкг/мл в отношении ЛУ и МЛУ штаммов *M. tuberculosis* была продемонстрирована гидрохлоридом, йодметилатом O-*para*-толуоил- $\beta$ -(1-метилпиперазин-1-ил)пропиоамидоксимом (k).

Токсичность рифампицина составляет 267,6 мг/кг; изониазида – 62,5 мг/кг; а соединений h и k – 325,0 и 1750,0 мг/кг, соответственно. Таким образом, гидрохлорид, йодметилат O-*para*-толуоил- $\beta$ -(4-метилпиперазин-1-ил)пропиоамидоксим (k) в 100 раз

более активен в отношении ЛЧ штаммов *M. tuberculosis*, чем рифампицин и в 10 раз активнее изониазида; в 20 раз активнее против ЛУ штаммов, чем рифампицин, и в 10 раз более активен, чем изониазид. Это соединение менее токсично, чем рифампицин в 6,5 раз и в 28 раз, чем изониазид.

О-Бензоил-β-(тиоморфолин-1-ил)пропиоамидоксим (h) в 100 раз активнее против ЛЧ штаммов, чем рифампицин (1 мкг/мл) и в 10 раз активнее, чем изониазид (0,1 мкг/мл); в то же время соединение h менее токсично, чем рифампицин в 1,2 раза и в 5,2 раз, чем изониазид.

Таким образом, исходя из приоритетных требований повышения эффективности и безопасности лечения при разработке новых противотуберкулезных препаратов, можно сделать заключение, что О-бензоил-β-(тиоморфолин-1-ил)пропиоамидоксим (h) и гидрохлорид, йодметил О-*para*-толуоил-β-(4-метилпиперазин-1-ил)пропиоамидоксима (k), являются конкурентоспособными, поскольку обладают меньшей токсичностью и большей активностью, чем базовые туберкулостатики рифампицин и изониазид, применяемые на практике. Предполагается, что эти соединения могут стать предметом последующих испытаний при разработке доз и новых схем лечения туберкулеза [17, 18].

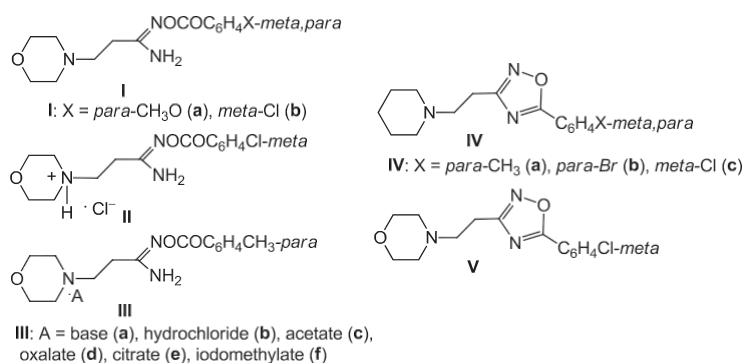
### Ингибирование α-амилазы и α-глюкозидазы новыми производными β-аминопропиоамидоксимов

Сахарный диабет является одной из самых быстрорастущих глобальных угроз в области здравоохранения. Заболеваемость диабетом показывает рост по всему миру. В настоящее время каждые 7 секунд кто-то по оценкам, умирают от диабета или его осложнений. Ожидается, что к 2045 г. этот показатель возрастет на 9,9%. [19].

В связи с актуальностью проблемы сахарного диабета в мире ведется поиск новых противодиабетических препаратов. Противодиабетическая активность производных амидоксима известна [20, 21].

Нами в рамках выполнения проекта грантового финансирования от КН МОН РК [22] проведены *in vitro* испытания производных β-аминопропиоамидоксимов: оснований и фармакологически приемлемых солей О-ароил-β-(морфолин-1-ил и пиперидин-1-ил)пропиоамидоксимов и 3-β-(пиперидин-1-ил и морфолин-1-ил)этил-5-арил-1,2,4-оксадиазолов в отношении их способности ингибировать активность ферментов α-амилазы и α-глюкозидазы по сравнению с применяемым противодиабетическим средством акарбозой.

Среди изученных соединений выявлены соединения с выраженными антидиабетическими свойствами; причем ряды 3,5-дизамещенных 1,2,4-оксадиазолов более активны, чем ряды О-ароил-β-аминопропиоамидоксимов [23, 24].





*In vitro* активность соединений I–V в отношении ингибирования  $\alpha$ -амилазы и  $\alpha$ -глюкозидазы проверена с помощью двух серий экспериментов. Акарбоза использована в качестве стандарта в обоих случаях (таблица).

Таблица – Ингибирующая активность соединений I–V в отношении ферментов  $\alpha$ -амилазы и  $\alpha$ -глюкозидазы, %

Соединение	Ia	Ib	II	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	Акарбоза
% ингибирования $\alpha$ -амилазы	0	48,0	35,0	32,5	27,0	25,6	0	71,0
% ингибирования $\alpha$ -глюкозидазы	78,7	23,0	45,1	22,8	34,7	27,4	-2,5	75,0

Соединение	IIIe	IIIf	IVa	IVb	IVc	V	Акарбоза
% ингибирования $\alpha$ -амилазы	37,0	0	43,0	51,0	0	48,0	71,0
% ингибирования $\alpha$ -глюкозидазы	-0,4	78,1	67,2	68,7	67,2	61,7	75,5

В отношении  $\alpha$ -амилазы наиболее высокая ингибирующая активность  $\approx 50\%$  отмечена у *O*-мета-хлорбензоил- $\beta$ -(морфолин-1-ил)пропиоамидоксима (Ib) – 48 %, у 5-(*para*-бромфенил)-3-[( $\beta$ -пиперидин-1-ил)этил]-1,2,4-оксадиазола (IVb) – 51 %, у 5-(*meta*-хлорфенил)-3-[( $\beta$ -морфолин-1-ил)этил]-1,2,4-оксадиазола (V) – 48 %. Умеренная активность в отношении  $\alpha$ -амилазы (от 27 до 43 %) имела у образцов: гидрохлорида *O*-мета-хлорбензоил- $\beta$ -(морфолин-1-ил)пропиоамидоксима (II) – 35 %; основания *O*-*para*-толуоил- $\beta$ -морфолинопропиоамидоксима (IIIa) – 32,5 %; цитрата *O*-*para*-толуоил- $\beta$ -(морфолин-1-ил)пропиоамидоксима (IIIe) – 37 %, 5-(*para*-толуол)-3-[( $\beta$ -пиперидин-1-ил)этил]-1,2,4-оксадиазола (IVa) – 43 %.

В отношении  $\alpha$ -глюкозидазы наиболее высокую ингибирующую активность  $> 50\%$  (от 61,7 до 78,7%) проявили образцы: *O*-*para*-анизоил- $\beta$ -(морфолин-1-ил)пропиоамидоксима (Ia) – 78,7 %; йодметилат *O*-*para*-толуоил- $\beta$ -(морфолин-1-ил)пропиоамидоксима (IIIf) – 78,3 %; 5-(*para*-толуол-, *para*-бром- и *meta*-хлорфенил)-3-[( $\beta$ -пиперидин-1-ил)этил]-1,2,4-оксадиазолы (IVa–c) – 67,2; 68,7 и 67,2 %, а также 5-(*meta*-хлорфенил)-3-[( $\beta$ -морфолин-1-ил)этил]-1,2,4-оксадиазол (V) – 61,7 %.

Препарат сравнения акарбоза проявил стандартную ингибирующую активность в отношении  $\alpha$ -амилазы и  $\alpha$ -глюкозидазы 71,0 и 75,5%, соответственно.

В заключение следует отметить, что ингибирование  $\alpha$ -глюкозидазной активности соединениями I–V – основаниями и фармакологически приемлемыми солями *O*-ароил- $\beta$ -аминопропиоамидоксимов и 5-замещенный фенил-3- $\beta$ -(пиперидин-1-ил и морфолин-1-ил)этил-1,2,4-оксадиазолами является более выраженным, чем ингибирование  $\alpha$ -амилазной активности; при этом два образца Ia и IIIf имеют более высокую  $\alpha$ -глюкозидазную активность, чем эталонный препарат акарбоза.



При установлении корреляции структура–активность укажем, что в двух сериях опытов – при скрининге на  $\alpha$ -амилазную и  $\alpha$ -глюкозидазную активность 3,5-дизамещенные 1,2,4-оксадиазолы проявляют большую способность ингибирования ферментов, чем их химические предшественники – основания и фармакологически приемлемые соли О-ароил-  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов.

Полученные данные могут быть использованы при дальнейшей *in vivo* проверке противодиабетических свойств наиболее перспективных образцов с предварительной оценкой их средней токсической дозы на животных.

### Заключение

$\beta$ -Аминопропиоамидоксимы представляют собой ключевые соединения в органической химии, несущие потенциал изучения фундаментальных вопросов реакционной способности, строения, молекулярных перегруппировок и поиска новых лекарственных средств. Среди изученных библиотек производных  $\beta$ -аминопропиоамидоксимов обнаружены перспективные соединения, данные *in vitro* биологического скрининга которых свидетельствуют о том, что они могут служить основой доклинических исследований наиболее перспективных препаратов или для оптимизации химических структур с целью дизайна более оптимальных требуемых лекарственных свойств.

**Финансирование.** Работа выполнена по программно-целевому финансированию от КН МОН РК: «Инновационные материалы полифункционального назначения на основе природного сырья и техногенных отходов» (ИРН BR10965255).

### Литература

1. Lipinski C.A. Drug-like properties and the cause of poor solubility and poor permeability // Journal of Pharmacological and Toxicological Methods. - 2000. - Vol. 44. - P. 235-249. - DOI: [https://doi.org/10.1016/S1056-8719\(00\)00107-6](https://doi.org/10.1016/S1056-8719(00)00107-6)
2. Lipinski C.A., Lombardo F., Dominy B.W., Feeney P.J. Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings // Advanced Drug Delivery Reviews. - 1997. - Vol. 23. - P. 3-25. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.019>
3. Comprehensive Medicinal Chemistry II, Volume 2 : Strategy and Drug Research. – Editors-in-Chief: John B. Taylor and David J. Trigg. ISBN: 0-08-044513-6. - 2006. - 800 p.
4. Ghose A.K., Viswanadhan V.N., Wendoloski J.J. A knowledge-based approach in designing combinatorial or medicinal chemistry libraries for drug discovery. 1. A qualitative and quantitative characterization of known drug databases // Journal of Combinatorial Chemistry. - 1999. - Vol. 1, No. 1. - P. 55-68. - DOI: 10.1021/cc9800071. PMID: 10746014.
5. Freeman-Cook K.D., Kung D.W. Hit Triage: Medicinal Chemistry Strategies to Improve the Odds of Success in Discovery. In: Lead-Seeking Approaches. Topics in Medicinal Chemistry. - 2009. - Vol 5. - P.141-174. - Berlin, Heidelberg: Springer, - DOI: [https://doi.org/10.1007/7355\\_2009\\_1](https://doi.org/10.1007/7355_2009_1)
6. Kayukova L.A., Praliev K.D., Akhelova A.L., Kemel'bekov U.S., Pichkhadze G.M., Mukhamedzhanova G.S., et al. Local anesthetic activity of new amidoxime derivatives //

Pharmaceutical Chemistry Journal. - 2011. - Vol. 45, No. 8. - P. 468-471. - DOI: 11094-011-0657-0

7. Пичхадзе Г.М., Кадырова Д.М., Кадырова Д.М., Мухамеджанова Г.С., Пралиев К.Д., Каюкова Л.А. 3-(β-(Пиперидин-1-ил)) этил-5-арил-1,2,4-оксадиазолы как местноанестезирующие средства. Пат. № 24825. Оpubл. 15.11.2011, бюл. № 11. <https://www.kazpatent.kz/ru>; <https://gosreestr.kazpatent.kz/> [Доступ: 6 Декабря 2022].

8. WHO Bulletin 2022. The top 10 causes of death.

9. WHO. Implementing the end TB strategy: The essentials. 2015/2016. 130p. ISBN: 78924150993; WHO/HTM/TB/2015.31. [http://www.who.int/tb/publications/2015/The\\_Essentials\\_to\\_End\\_TB/en/](http://www.who.int/tb/publications/2015/The_Essentials_to_End_TB/en/) [Accessed: 6 December 2022].

10. Синтез новых полифункциональных гетероциклических производных ацилформаимидоксимонов и амидоксимонов β-аминопропионовых кислот в качестве туберкулостатиков нового поколения (1997–1999 гг.), Регистр. номер: 0197PK00417, Инв. номер: 0299PK00502 (МОН РК).

11. Производные бета-аминопропиоамидоксимонов как новые нетоксичные и активные туберкулостатики (2001.06–2003.12), Регистр. номер: 0100PK00638, Инв. номер: 0203PK00809 (МОН РК).

12. Спектральное исследование условий перегруппировки Боултона-Катрицкого 3-(β-амино)этил-5-алкил(арил)-1,2,4-оксадиазолов и анти-ТБ скрининг субстратов и продуктов (2012–2014), Регистр. номер: 0112PK02536, Инв. номер: 0214PK02453 (МОН РК).

13. Разработка современных комбинированных форм противотуберкулезных препаратов на основе базовых туберкулостатиков и новых β-аминопропиоамидоксимонов (2012, февраль–2015, февраль), Регистр. номер: 0112PK02535, Инв. номер: 0218PKK0003 (АО «Национальное агенство по технологическому развитию»).

14. Development of new active and nontoxic tuberculostatics in the row of new derivatives of acylformamidoximes and amidoximes of β-aminopropionic acids (1998–2000), Award #K446 (US CRDF).

15. Derivatives of β-aminopropioamidoximes as New Active and Nontoxic Tuberculostatics (2002–2003), Award # KB2-2314-AL-02 (US CRDF).

16. Development of New Tuberculostatics against Resistant and Sensitive Tuberculosis and Antibiotics against Nonspecific Flora in the Row of β-Aminopropioamidoximes (2006–2007), Award # KAB1-2703-AL-05 (US CRDF).

17. Каюкова Л.А., Оразбаева М.А., Бисмильда В.Л.. Высокоактивное в отношении чувствительных штаммов *M. tuberculosis* производное β-(тиоморфолин-1-ил)пропиоамидоксима. Пат. № 21544 РК. Бюлл. № 12. 2011. <https://www.kazpatent.kz/ru>; <https://gosreestr.kazpatent.kz/> [Доступ: 6 Декабря 2022].

18. Каюкова Л.А., Бисмильда В.Л. Производное β-пропиоамидоксима как бактерицидное средство против чувствительных, резистентных и полирезистентных штаммов *M.tuberculosis*. Пат. № 21543 РК. Бюлл. № 12. 2011. <https://www.kazpatent.kz/ru>; <https://gosreestr.kazpatent.kz/> [Доступ: 6 Декабря 2022].

19. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 8th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2017. Available from: <https://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html> [Accessed: 6 December 2022]

20. Peter L.N., Zoltan S., Kalman T., Laszlo T., Kalman T., Jozsef M., et al. Reducing overweight or obese. Pat. № 2443417 Russia. Patentee: N-GIN Laboratories Research, Inc. (US). 2012. Available from: <http://www.freepatent.ru/images/patents/15/2443417/patent-2443417.pdf> [Accessed: 6 December 2022].

21. Zbigniew M., Katarzhina R., Kludkevich D., Daniel S., Krzysztof K., Katarzyna M., et al. The novel derivatives of 3-phenylpropionic acid. Pat. № 2369602 Russia. Patentee: Adamed J.V. 2009. Available from: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://bd.patent.su/2369000-2369999/pat/servlet/servlet6a95.html> [Accessed: 6 December 2022]

22. Разработка противотуберкулезных и противодиабетических препаратов на основе новых производных бета-аминопропиоамидоксимов (2015–2017), Регистр. номер: 0115PK00249, Инв. номер: 0217PK01733 (МОН РК).

23. Kayukova L.A., Uzakova A.B., Baitursynova G.P., Dyusembaeva G.T., Shul'gau Z.T., Gulyaev A.E., et al. Inhibition of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase by new  $\beta$ -aminopropionamidoxime derivatives // Pharmaceutical Chemistry Journal. - 2019. - Vol. 53, No. 2. - P. 129–133. - DOI: 10.1007/s11094-019-01966-5.

24. Пат. на полезную модель РК № 102219. *In vitro* противодиабетическая и противотуберкулезная активность О-ароил-бета-(пиперидин-1-ил)пропиоамидоксимов. / Каюкова Л.А., Узакова А.Б., Шульгау З. Т., Гуляев А.Е., Сергазы Ш.Д., Токсанбаева Б.Т., Бисмилда В.Л., Чингисова Л.Т., Сумесинова К.М.; опубл. 21.05.2018, бюл.№18.

## СОРБЦИЯ ИОНОВ СВИНЦА (II) ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИОНООБМЕННИКАМИ

**Т.В. Ковригина, Т.К. Чалов, К.Х. Хакимболатова**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы*

*e-mail: kovriginatat@mail.ru*

**Аннотация.** В данной работе авторами получены высокомолекулярные полифункциональные анионообменники на основе анилина или бензиламина, эпихлоргидрина и полиэтиленimina. Исследованы их состав и структура, а также процесс извлечения ионов свинца методом классической полярографии. Изучена зависимость сорбции ионов свинца (II) от различных факторов (кислотности, концентрации раствора, времени контакта). Найдено, что синтезированные иониты обладают высокими сорбционными свойствами по отношению к ионам свинца. Установлено, что полученные ионообменники с повышенной сорбционной способностью могут успешно решить проблемы очистки технологических стоков цветной металлургии от ионов свинца (II).

В мировом масштабе загрязнение окружающей среды токсичными металлами происходит в результате деятельности многих промышленных предприятий, гидрометаллургической промышленности, производства красящих изделий и сельскохозяйственных выбросов. Также в гидрометаллургическом методе технологические растворы, образующиеся при извлечении металлов, содержат ионы цветных и тяжелых металлов, таких как медь, никель, свинец, ртуть [1]. Практически все различные тяжелые металлы можно найти в сточных водах многих отраслей промышленности [2]. В частности, увеличение концентраций ионов свинца в таких водах, оказывает вредное воздействие на окружающую среду [3, 4].

В настоящее время иониты широко используются для опреснения воды, используемой на промышленных предприятиях [5]. Из методов смягчения жесткости воды, особенно образующихся за счет ионов кальция и магния в природной воде, наиболее распространенным является ионообменный процесс с участием ионитов [6]. Области применения высокомолекулярных ионитов и ионообменных процессов непрерывно расширяются. В частности, в настоящее время синтетические, гранулированные ионообменные материалы используются для опреснения воды, используемой в химической промышленности, для очистки сточных вод от различных вредных ионов и для концентрирования ионов цветных, редких и драгоценных металлов в технологических растворах в гидрометаллургии.

Сорбенты, используемые в различных отраслях промышленности, должны соответствовать ряду требований [7–10]. Поэтому одним из актуальных вопросов является синтез новых ионообменных ионитов, обладающих высокой сорбционной способностью к ионам различных металлов (II) [11].

Целью данной работы является синтез и изучение физико-химических, сорбционных свойств высокомолекулярных полифункциональных анионитов на основе эпоксидных производных по отношению к ионам свинца (II).

В качестве исходных соединений для синтеза ионитов использовали следующие реагенты: анилин (А) или бензиламин (БА) и эпихлоргидрин (ЭХГ), из которых были получены эпоксиамины. Конденсацией последних с полиэтиленимином (ПЭИ) были получены аниониты А–ЭХГ–ПЭИ и БА–ЭХГ–ПЭИ.

Состав и химическую структуру анионитов исследовали методами ИК-спектроскопии. Найдено, что ИК-спектры полученных анионитов имеют большое сходство, что, вероятно, обусловлено близким химическим строением. Так, в спектрах отсутствуют характеристические полосы ( $\text{см}^{-1}$ ) эпоксидных групп (810–920, 1250, 3000–3010) и появляются полосы деформационных колебаний N–H (1599–1600) и валентных колебаний C–N (1020–1220) связей аминогрупп, что свидетельствует о химическом взаимодействии диглицидиловых производных с амином. Полоса поглощения при  $3500 \text{ см}^{-1}$  характеризует появление гидроксильных групп. Поглощение в области 1502–1504, обусловленное валентными колебаниями бензольного кольца, говорит о наличии ароматических фрагментов в структуре синтезированных ионитов [12].

В таблице приведены основные физико-химические характеристики синтезированных анионитов.

Таблица 1 – Основные физико-химические свойства синтезированных анионитов

Аниониты на основе	СОЕ <sub>НСl</sub> , мг-экв·г <sup>-1</sup>	V <sub>уд</sub> , мл·г <sup>-1</sup>	Химическая устойчивость в растворах, %			Термическая устойчивость в воде, %
			5 н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 н NaOH	10% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
А–ЭХГ–ПЭИ	4,83	4,5	92,5	94,9	70,1	95,0
БА–ЭХГ–ПЭИ	8,95	5,7	97,9	98,7	72,0	94,1

где СОЕ<sub>НСl</sub> – статическая обменная емкость анионита по 0,1 н раствору HCl,  
V<sub>уд</sub> – удельный объем анионита.

Для успешного практического применения ионитов необходимо изучение сорбции ионов металлов в зависимости от условий процесса. С целью определения оптимальных параметров сорбции нами изучено влияние концентрации и pH растворов Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, а также продолжительности их контакта с ионитами (рисунки 1-3) на извлечение ионов свинца (II).

Из рисунка 1 видно, что сорбционная емкость (СЕ) анионитов повышается с увеличением содержания ионов свинца в растворах. Столь резкий подъем кривых свидетельствует о том, что данные высокомолекулярные ионообменники извлекают ионы свинца (II) с достаточной полнотой. Степень поглощения при этом достигает 91 %. Более высокой сорбционной способностью обладает ионит на основе БА–ЭХГ–ПЭИ по сравнению с ионообменником на основе А–ЭХГ–ПЭИ. При этом их СЕ составляет 590,4 и 352,4 мг/г соответственно.

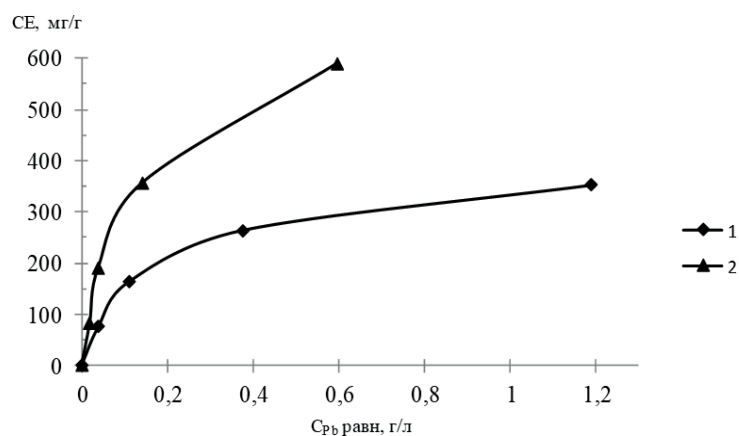


Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов свинца (Pb) ионитами на основе БА–ЭХГ–ПЭИ (1) и А–ЭХГ–ПЭИ (2). Продолжительность контакта 7 сут, pH = 5,8

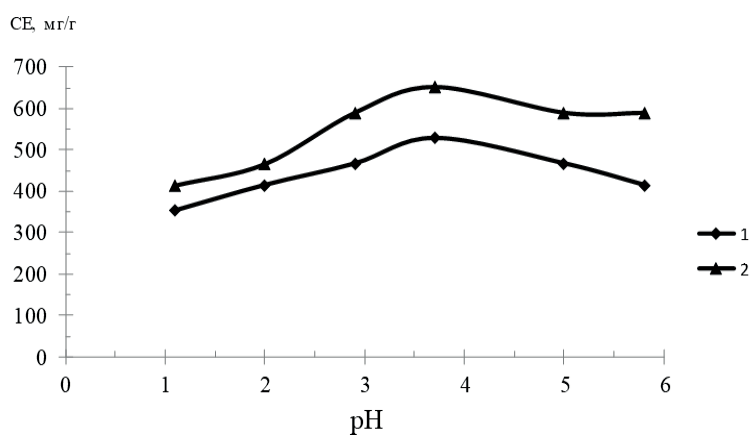


Рисунок 2 – Сорбция ионов свинца (Pb) ионитами на основе БА–ЭХГ–ПЭИ (1) и А–ЭХГ–ПЭИ (2) в зависимости от кислотности раствора  $Pb(NO_3)_2$  ( $C_{Pb} = 2,072$  г/л, время контакта 7 сут.)

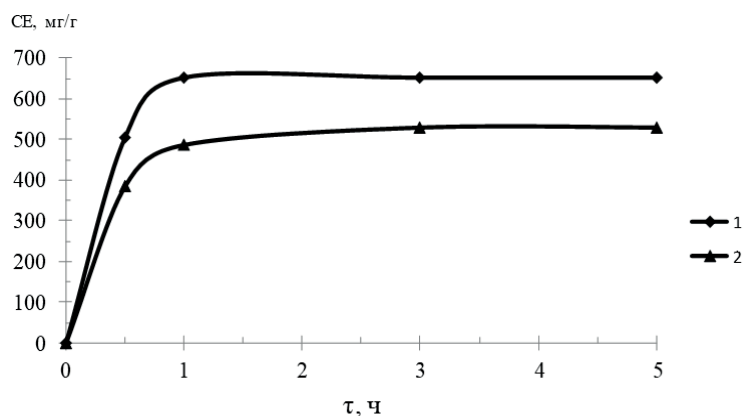


Рисунок 3 – Сорбция ионов свинца (Pb) ионитами на основе БА–ЭХГ–ПЭИ (1) и А–ЭХГ–ПЭИ (2) в зависимости от продолжительности его контакта с раствором  $Pb(NO_3)_2$  ( $C_{Pb} = 2,072$  г/л, pH = 3,7)



Одним из наиболее важных факторов при извлечении ионов различных металлов является кислотность раствора. Из рисунка 2, видно, что оптимальным значением рН для сорбции ионов свинца (II) является 3,7. СЕ в данных условиях для анионита на основе БА–ЭХГ–ПЭИ составляет 652,8, А–ЭХГ–ПЭИ – 528,4 мг/г. Дальнейшее понижение кислотности раствора приводит к выпадению осадка гидроксида свинца [13,14].

Установлено (рисунок 3), что равновесное состояние между ионитами и раствором, содержащим 2,072 г/л свинца и имеющим рН 3,7, наступает через 1 ч. Так, полное сорбционное равновесие на промышленном анионите АМП [15] устанавливается за 1 ч при концентрации раствора, содержащего 2 г/л свинца, а его СЕ при этом составляет 23 мг/г, что в 30 раз меньше, чем у синтезированных нами высокомолекулярных полифункциональных ионитов, обладающих наибольшими кинетическими способностями.

Таким образом, изучены основные физико-химические свойства полученных сорбентов. Установлены их состав и структура, а также исследованы их сорбционные свойства по отношению к ионам свинца (II). Найдено, что синтезированные иониты обладают высоким сродством по отношению к ионам свинца (II). Установлено, что кислотность среды в интервале рН = 1,1-5,8 оказывает существенное влияние на сорбцию ионов свинца (II), а максимальные значения СЕ наблюдаются при рН = 3,7. Полученные аниониты обладают высокими кинетическими характеристиками. Полное химическое равновесие при этом наступает через 1 ч.

### Литература

1. Gupta K., Basu T., Ghosh U.C. Sorption characteristics of arsenic (V) for removal from water using agglomerated nanostructure iron (III) zirconium (IV) bimetal mixed oxide // *Journal of Chemical & Engineering Data*. - Vol. 54. - 2009. - P. 2222–2228.
2. Kowanga K.D., Erastus G., Godfrey O.M., Eliakim M.M. Kinetic, sorption isotherms, pseudo-first-order model and pseudo-second-order model studies of Cu (II) and Pb (II) using defatted Moringa oleifera seed powder // *The Journal of Photopharmacology*. - 2016. - № 5(2). - P. 71-78.
3. Yisa J. Heavy metals contamination of road deposited sediments // *American Journal of Applied Science*. - 2010. - Vol. 7. - P. 1231-1236.
4. Ong M.C., Kamruzzaman B.Y. An assessment of metals (Pb and Cu) contamination in bottom sediment from South China Sea coastal waters // *Malaysia American Journal of Applied Science*. - 2009. - Vol. 6. - P. 1418-1423.
5. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Дмитриенко С.Г., Моросанова Е.И. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов. Применение в неорганическом анализе. - М.: Наука, 2010. - 564 с.
6. Raghav S., Kumar D., Adsorption equilibrium, kinetics, and thermodynamic studies of fluoride adsorbed by tetrametallic oxide adsorbent // *Journal of Chemical Engineering Data*. - Vol. 63. - 2018. - P. 1682-1697.
7. Хушвактов С.Ю., Жураев М.М., Муртозакулов М.Р., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Сорбция ионов свинца (II) нового поликомплексона, содержащий amino- и сульфогруппы // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* - 2022. - № 9(102). - С.1-5.

8. Пат. РФ № 2393244. Способ извлечения ионов свинца  $Pb^{2+}$  из кислых растворов / Воропанова Л.А., Гагиева З.А., Пухова В.П., Вильнер Н.А. Опубл. 27.06.2010, Бюл. № 18.
9. Иванов А.В., Вакштейн М.С., Хасанова Е.М., Чернышев И.А., Януль Н.Ю. Сорбция ионов переходных металлов и свинца на карбоксиметилцеллюлозном сорбенте СМ-52 // Вестник Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. - 2003. - Т. 44, № 6. - С. 412-416.
10. Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Ковригина Т.В., Мельников Е.А., Никитина А.И. Синтез, свойства и изучение сорбционной способности по отношению к ионам молибдена (VI) анионитов на основе анилина, эпихлоргидрина и некоторых полиаминов // Журн. прикл. химии. - 2017. - Т. 90, № 5. - С. 635-641.
11. Yisa J. Heavy metals contamination of road deposited sediments // American Journal of Applied Science. - 2010. - Vol. 7. - P. 1231-1236.
12. Бёккер Ю. Спектроскопия. - 2009. - 528 с.
13. Неудачина Л.К., Петрова Ю.С., Засухин А.С. и др. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов пиридилэтилированным аминокпропилполисилоксаном // Аналитика и контроль. - 2011. - Т. 15, № 1. - С. 87-95.
14. Смирнов А.К., Смотрина Т.В., Ярошевская Х.М. Сорбция ионов свинца (II) лишайниковыми полисахаридами // Вестник технологического университета. - 2016. - Т.19, №14. - С. 44-46.
15. Пушняк А.Н., Нгуен Шинь Хоа, Анагону К.А. Некоторые вопросы механизма сорбции на ионитах // VI Всесоюзная конф. «Применение ионообменных материалов в промышленности и аналитической химии». -1986. - С. 25-26.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

**З.К. Маймеков<sup>1</sup>, Д.А. Самбаева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Кыргызско-Турецкий Университет «Манас»*

*<sup>2</sup>Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова  
Бишкек, Кыргызская Республика*

*e-mail: zarlyk.maymekov@manas.edu.kg, dsambaeva@gmail.com*

**Аннотация.** В обзорной работе отмечены современные экологические проблемы в области химии и химических разработок. Указаны новые технологии в супрахимии, механохимии и наноматериаловедении. Подчеркнуто, что мембранные процессы разделения жидких сред и газоочистки в сочетании с традиционными методами являются одним из стратегических направлений создания чистых технологий. Плазматроны, во многих случаях, позволили перевести многостадийные химические процессы в одностадийные или в двухстадийные, а перестраиваемые лазерные системы способствовали последовательному выделению газовых примесей из газоконденсатных комплексов. Наряду с прогрессом имеются и проблемы в развитии зеленой химии: предельно-допустимые концентрации (ПДК) различных химических соединений чрезвычайно плохо обоснованы; предельно-допустимые выбросы (ПДВ), предельно-допустимые сбросы (ПДС), предельно-допустимые уровни (ПДУ) загрязняющих веществ до сих пор рассчитываются на основе временных типовых методологий. Они базируются на субъективные ощущения и не соотношены с фактическим уровнем вредности. Расчет углеродного следа и углеродной емкости химических продуктов находится в начальной стадии. В заключении изложены разработки авторов: физико-химическое моделирование, исследование, проектирование и оптимизация параметров высокоэффективных распылительных аппаратов для эмульгирования капель воды в жидком топливе.

Известно, что современная химическая наука и химическая промышленность являются важнейшими структурными элементами научно-технического прогресса. Химия стала неотъемлемой частью нашей жизни. Без нее не может развиваться никакая отрасль промышленности, и вместе с тем, использование продуктов химического производства стало предметом экологической критики. Широко распространяется хемофобия среди ученых различных специальностей. Химию стали считать источником бесчисленных бед в современном мире.

От чего же так случилось, что химия, в ряде случаев стала причиной экологических бедствий. Дело не в том, что нет взаимопонимания между работниками химической промышленности и хозяйствующими субъектами, учеными-экологами, биологами, географами, токсикологами и др., а в том, что в настоящее время в полной мере не разработаны научные подходы и оценки экологической опасности химических веществ. Не предложена строгая методология прогнозирования экологически приемлемых путей развития химической науки и промышленности, поэтому в программы фундаментальных

биосферных и экологических исследований необходимо в первую очередь ввести блок химической экологии, а именно зеленой химии.

В связи с вышеизложенным хотелось бы обратить внимание на современные экологические проблемы в области химии и химических разработок, определив следующие задачи: проанализировать современное состояние химической промышленности и определить жесткие требования отраслям, базирующимся на нанохимических процессах, с точки зрения стратегии устойчивого развития; содействовать распространению информации об экологически чистых и безопасных зеленых технологиях, и использовании производственных отходов в качестве сырья; выявить научные достижения, которые могли бы в будущем привести к созданию принципиально новых нанотехнологий, ликвидации вредных выбросов и отходов, в том числе путем их утилизации и стимулировать сотрудничество в рамках выявленных перспективных направлений; выработать стратегические рекомендации для государственных органов и руководителей промышленности, прежде всего тех отраслей, которые оказывают наиболее опасное химическое воздействие на среду обитания и здоровье населения.

На основе указанных задач можно выделить следующие вопросы: а) стратегия устойчивого развития и вытекающие из нее требования предотвращения загрязнения и разрушения окружающей природной среды, перехода к зеленой химии, малоотходным и безотходным процессам, резкого повышения эффективности энергопотребления; б) новейшие достижения в области мало- и безотходных, а также нанотехнологий: химическая промышленность нанополимеров, химических средств для агропромышленного комплекса, лекарственных препаратов, красителей и основных органических полупродуктов; нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность; алюминиевая промышленность и цветная металлургия; гальванические процессы в промышленности, включая микро- и нанoeлектронику; целлюлозно-бумажная промышленность; в) экологически чистые нанотехнологии: перспективные технологии основных производств; сокращение промышленных отходов и использование их в качестве сырья; информационные базы данных по новым нанотехнологиям; г) химические методы локализации и ликвидации крупномасштабных аварийных загрязнений окружающей среды и содействия восстановлению природных экосистем; д) научные достижения, способные вызвать изменение в супра-химической науке и промышленности; экологические проблемы и промышленная безопасность в области химических разработок.

Задачей науки и техники по сохранению жизненных качеств биосферы является переход от расточительства к ресурсосбережению, т.е. устранение главных источников загрязнения – создание научных основ зеленой химии, безотходной нанотехнологии. Соответственно, необходимо развитие нанотехнологий по переработке отходов промышленности. В этой связи, вызывают интерес мировые научные разработки, которые показали, что в определенных условиях химические реакции могут идти и непосредственно в твердых телах (научная школа академика Н.С. Ениколопова). Оказалось, что скорость реакций в твердом теле на несколько порядков больше, чем в растворах или расплавах, причем скорости в твердом теле не зависят от температуры. Существуют механизмы, увеличивающие скорость перемещения в твердом теле, поэтому им не нужны ни токсичные

растворители, ни высокие температуры. На основе этого открытия разработано несколько экологически безопасных технологий, которые уже внедрены в промышленность [1].

Известно, что измельчение - это эндотермический химический процесс, при котором рвутся химические связи в твердом теле. Следует указать, что ежегодно измельчается много тонн разного рода веществ, на что тратится приблизительно 12-15% вырабатываемой энергии. Большая часть этой энергии в основном идет на обогрев окружающей природной среды, потому что, шаровые мельницы, вибромельницы и другие подобные им машины имеют низкий коэффициент полезного действия. Вопреки этому, величину коэффициента полезного действия этих машин можно в десятки раз увеличить, если рассматривать измельчение как эндотермический химический процесс. Соответственно, на основе этих разработок созданы промышленные установки, которые измельчают несколько тонн органических веществ в час. Промышленность использует в огромных количествах разного рода вещества органического происхождения, синтетические и природные полимеры. Отходы производства можно вновь использовать в промышленности, предварительно подвергнув их измельчению и модификации. Таким образом, для производства некоторых кислот, щелочей и других соединений в химической промышленности уменьшились расходы воды и токсичных растворителей, т.е. исходный материал, будучи измельченным до микронных размеров, вступает в химическое взаимодействие в сухом виде. Соответственно создана новая технология и новое направление в химии – супрахимия, механохимия и наноматериаловедение. Но, здесь следует особо отметить, что в химической технологии давно известно, что размеры частиц являются одним из наиболее важных факторов, определяющих физико-химические свойства вещества в наноразмерном состоянии. Поэтому измерению размеров частиц в настоящее время придается чрезвычайно большое значение в современной химической технологии. Однако, эти измерения производить нелегко. Например, в настоящее время в нанотехнологии определение размеров, строения и морфологии наночастиц осуществляют обычно такими методами как сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, в том числе высокого разрешения, туннельная и атомно-силовая микроскопия. Вместе с тем, полезными могут быть и методы, базирующиеся на интегральных характеристиках нанопорошка. Это – методы, основанные на анализе уширения и формы линий рентгеновской дифракции, методы малоуглового рентгеновского и нейтронного рассеяния, динамического светорассеяния, метод определения удельной площади поверхности порошков, в частности, из анализа процессов сорбции и десорбции газов, метод мессбауэровской спектроскопии, позволяющий оценить размеры частиц по характеру и параметрам мессбауэровского спектра и др. Каждый из перечисленных методов имеет ряд существенных недостатков: зависимости изображения от используемой математической модели восстановления изображения; возможность исследования в реальных условиях только относительно небольших и не всегда представительных выборок; влияния различных факторов на эффект уширения дифракционных максимумов, в частности, из-за суперпозиции дифракционных линий от нескольких фаз; присутствия кристаллитов различного состава, а следовательно, с различными параметрами кристаллической решетки; наличия дефектов; микродеформаций. Таким образом, на основании анализа недостатков различных методов измерения и расчета размера ультрадисперсных частиц, можно заключить, что для достоверной оценки размера,



морфологии и структуры наночастиц, по-видимому, необходимо использовать определенные комплексы взаимодополняющих строгих методов исследования [1].

Мембранные процессы разделения жидких сред и газоочистки в сочетании с традиционными методами являются одним из стратегических направлений создания чистых технологий (научная школа академика Н.А. Плате). Мембранное газоразделение может быть использовано для решения экологических проблем, по крайней мере, в трех различных вариантах: выделение и отвод вредных компонентов из газообразных выбросов, включение мембранных процессов в технологию для предотвращения образования вредных побочных продуктов, применение автономных мембранных устройств в процессах интенсификации на стадии очистки. Во всех этих случаях могут быть с успехом применены оригинальные кремнийорганические газоразделительные мембраны. К процессам, в которых в настоящее время перспективно применение мембран, можно отнести разделение и очистку биогаза, регулирование стадий оксосинтеза и т.д. Обогащенный кислородом с помощью мембранного модуля, воздух используется также для аэрации сточных вод предприятий химической промышленности, что ускоряет цикл и глубину водоочистки. Если широко распространить подобные установки, то промышленность сможет перерабатывать гораздо большие объемы сточных вод [1].

Существуют малотоксичные и экологически чистые водорастворимые полимеры, целый ряд систем, разработанных в Институте нефтехимического синтеза РАН, главным образом катионные полиэлектролиты, обладающие хорошими флокулирующими и биоцидными характеристиками. Это дает возможность создать замкнутую систему оборотных вод промышленных предприятий, которая исключает загрязнение природных вод [1].

Важнейшим объектом для внедрения каталитических технологий являются горно-металлургические комбинаты, выбрасывающие в атмосферу значительные количества диоксида серы. Необходимы пути - переработки серы в серную кислоту или превращения диоксида серы в элементарную серу. В связи с этим новые каталитические системы (силикагель или  $Al_2O_3 + Ni +$  активный кислород) для очистки промышленных выбросов от экологически вредных веществ позволят очистить обычные промышленные газы и выбросы нефтехимических, химических и газовых производств от сероводорода, диоксида серы, оксидов азота, аммиака, ацетилен, синильной кислоты и сероуглерода (научная школа академика К.И. Замараева). Каталитические системы успешно испытаны для очистки воздуха от оксидов азота, выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей [1].

Большие возможности в смысле создания экологически чистых производств открывают разработки ученых ФИ РАН и ИАЭ им. И.В. Курчатова, например, плазмохимия, которая имеет в своем арсенале большой спектр плазматронов различных мощностей и температур. Плазматроны, во многих случаях, позволили перевести многостадийные химические процессы в одностадийные или в двухстадийные, а перестраиваемые лазерные системы способствовали последовательному выделению газовых примесей из газоконденсатных комплексов [1].

Взаимодействие объектов топливно-энергетического комплекса с окружающей средой является исключительно важной проблемой. С одной стороны, очень велико значение бесперебойного эффективного энергоснабжения всех отраслей



производственного хозяйства, с другой – топливно-энергетический комплекс оказывает наиболее крупное воздействие на среду обитания человека. Процессы добычи, транспортировки и переработки, сжигания органических топлив, в основном ископаемых, ответственны за основную часть антропогенных токсичных выбросов в атмосферу. Здесь ученые смогут выполнить свои обязательства только за счет увеличения доли использования менее сернистых топлив в энергобалансе, прежде всего газа и малосернистых углей. Отмеченная проблема – довольно сложная, потому что должны быть учтены интересы производственного механизма в целом. До сих пор недостаточно проработан вопрос о том, какое количественное влияние оказывают те или иные загрязнения на всю биосферу и на здоровье людей. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) различных химических соединений (более 600) чрезвычайно плохо обоснованы. В большинстве практических условиях предельно-допустимые выбросы (ПДВ), предельно-допустимые сбросы (ПДС), предельно-допустимые уровни (ПДУ) загрязняющих веществ рассчитываются на основе временных типовых методологий. Они базируются на субъективные ощущения и не соотнесены с фактическим уровнем вредности. Расчет углеродного следа и углеродной емкости химических продуктов находится в начальной стадии.

Программа экологических научных исследований должна быть направлена на кардинальное усовершенствование технологий в области энергетики, горнодобывающей и металлургической промышленности (прежде всего в черной и цветной металлургии), машиностроения, химической и нефтехимической, целлюлозно-бумажной промышленности - главных загрязнителей окружающей среды.

По данным направлениям имеются фундаментальные разработки научной школы академика Б.Н. Ласкорина, где отмечены основные принципы ликвидации сброса сточных вод за счет совершенствования систем водоснабжения, канализации; устройства оборотных систем водоснабжения; перехода на безводные процессы; внедрения энерготехнологических комплексов с использованием тепла химических реакций, а также аппаратов воздушного охлаждения; разработка способов локальной очистки сточных вод с возвратом конденсата в производство; внедрения сухих методов очистки технологических газов от пыли,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ; разработка методов скоростного выпаривания растворов, диффузионной промывки полимерных материалов; усовершенствования системы гидрозолоудаления и др. [1].

В связи с изложенным выше, актуальным в Кыргызской Республике становится глубокое изучение теории и практики экологических исследований; добыча и переработка полезных ископаемых (открытая и подземная разработка руд, переработка и обогащение руд, добыча и обогащение углей, разработка месторождений строительных материалов и камня); выбор оптимального совершенствования технологий гидрометаллургической переработки рудного сырья; определение схем переработки минерального сырья по экологическому критерию; оценка техники и технологии с позиции реализации оптимизации функционирования, анализа разработанных технологических схем; определение рациональной технологии добычи и переработки минерального сырья; рациональные технологии добычи и переработка (выщелачивания) бедных и гуматных углей, использование минеральных волокон и базальтовых пород, а также ситаллов; ресурсосбережение и экологические чистые технологии горнодобывающих и

перерабатывающих предприятий (формирование техногенных карьеров при складировании горных пород); развитие способа внутриотраслевого обогащения металлосодержащих горных пород; методы электрохимического, электромагнитного, бактериального и физико-химического обогащения; разработка перспективных схем формирования эколого-экономических систем; экологический аспект самоорганизации горнопромышленных ландшафтов; зеленой химии; углеродоемкости и углеродного следа промышленных продуктов; экологический аспект самоорганизации наночастиц и наноструктур [2, 3].

Таким образом, в промышленности, число экологически безопасных производств очень невелико. Вместе с тем, именно химическая наука и химическая технология располагают эффективными средствами, которые могут сделать окружающий мир экологически более чистым и зеленым. Например, нами разработано новое научно-техническое направление - создание основ физико-химического моделирования, исследования, проектирования и оптимизации параметров высокоэффективных распылительных аппаратов для эмульгирования капель воды в жидком топливе. В настоящее время теоретические результаты использованы в процессах абсорбции и рекарбонизации газо-жидкостных потоков, а системы приготовления водотопливных эмульсий и их принципиальные технологические схемы внедрены в четырнадцать промышленных комплексах республики и стран СНГ с целью уменьшения затрат топлива и загрязнения окружающей среды. Технология конверсии карбонатсодержащего техногенного сырья принята для получения и использования диоксида углерода в процессах осуществления сварочных работ и газирования жидких смесей. Получены фундаментальные научные результаты по деструкции отвалных кеков сурьмяного комбината и по термодинамике золотосодержащих сульфидных минералов, частиц и ионов с целью прогнозирования степени разрушения твердой фазы в растворе. Осуществлена оценка состояний водоразборных колонок на местах их функционирования и предложена новая конструкция незамерзающей водоразборной колонки. Созданы физико-химические основы разложения отработанных полихлорбифенилов в газо-жидкостной среде с участием оксидов металлов. Работы по осуществлению процесса электрокоагуляции в сложных водно-солевых системах позволили определить концентрационное распределение компонентов и ионов в растворе, и тем самым исключило использование ионной хроматографии в аналитических целях [3-8].

Обострение экологических проблем ставит перед необходимостью пересмотреть традиционную структуру образования и воспитания подрастающего поколения. Здесь следует особо подчеркнуть, что промышленная и экологическая безопасность является одним из приоритетных направлений Комплексной основы устойчивого развития Кыргызской Республики. Основы ее заложены в принятой Концепции экологической безопасности и Национальном плане охраны окружающей среды. В связи с этим проводится широкий комплекс образовательных и научных экологических исследований, целью которых является фундаментальная оценка нормального функционирования эколого-экономических систем, промышленной безопасности и процесса антропогенного воздействия на состояние жизнеобеспечения планеты [4].

В настоящее время в Кыргызской Республике утверждены типовые программы и государственные стандарты по экологическим образовательным направлениям и они непрерывно функционируют в школьных и вузовских образованиях. Подготовка

специалистов, обладающих экологическими знаниями, имеет чрезвычайно важное значение, так как экономика Кыргызстана опирается на природные ресурсы, которые нуждаются в рациональном их использовании.

Кардинальное решение экологических проблем на основе школьного и вузовского образования, конечно, очень сложно, однако возможно их решение усилиями всего сообщества ученых и специалистов, работающих в Национальной академии наук, вузах, промышленных предприятиях и ведомствах, и в Министерстве природных ресурсов, экологии и технического надзора. При этом необходимо определить следующие основные приоритетные направления фундаментальных экологических исследований: философские, социальные и правовые проблемы взаимодействия человека и природы; теоретические основы экологии человека, ее физиологические, биомедицинские аспекты; экологическое образование и воспитание; теория эволюции и биосферы и ее составляющих; исследование биологических систем; экологические биосферные функции почв, охрана и повышение их плодородия; энерго- и массообмен в биосфере; мониторинг окружающей среды; геоэкологическое исследование литосферы, атмосферы; исследование и прогноз экологических и стихийных воздействий; экологизация промышленного производства, транспорта и сельского хозяйства; экологические проблемы энергетики; экологические проблемы в области химических разработок; экологизация водопользования и экологические аспекты водных ресурсов; разработка экономического механизма и организационно-правовых основ управления природопользованием, моделирование экологических процессов; разработка методов и средств геоэкоинформатики; региональные экологические проблемы [4–6].

В Национальной академии наук функционирует комплексная программа по теории природных и техногенных катастроф, оценке опасных процессов и экологической ситуации на территории республики и прогноз их развития под воздействием природных и антропогенных факторов, создание методов и средств анализа, предотвращения и ликвидации их последствий, разработка экологических основ рационального природопользования [5, 6].

Основные научные и практические проблемы экологии и техногенных катастроф в НАН КР относятся к следующим блокам: геодинамические процессы горно-складчатых регионов как основы прогноза стихийно-разрушительных явлений; создание теоретических основ прогноза и обвалов в сейсмоактивных горных районах и разработка методов и средств мониторинга склоновых процессов; исследование природно-техногенных катастроф, разработка методов их прогноза и предотвращения при освоении месторождений полезных ископаемых Кыргызстана; изучение сейсмических катастроф; техника и технология ликвидации последствий природно-техногенных катастроф в горных районах; современные экологические процессы в горных районах Кыргызской Республики; разработка методов мониторинга и предотвращение загрязнения внешней среды; компьютерная поддержка, автоматизация исследований и математическое моделирование процесса; социально-экономические и юридические аспекты природных, природно – техногенных катастроф, естественных миграций и экологических ситуаций [7].

С учетом изложенных выше обстоятельств можно отметить, что разработка научно-обоснованной государственной стратегии развития экологического образования, программы ее реализации и осуществления подготовки кадров возможны только при

комплексном подходе на местном, региональном и государственном уровнях, особенно при тесном взаимодействии с хозяйствующими субъектами.

### **Литература**

1. Материалы Академии наук СССР. // Вестник АН СССР. - 1989. - №5. - 152 с.
2. Хабиров В.В., Воробьев А.Е. Теоретические основы развития горнодобывающих и перерабатывающих производств Кыргызстана. - Москва: Недра, 1993. - 313с.
3. Маймеков З.К. Научные основы оптимизации процессов сжигания жидкого топлива и рекарбонизации водно-солевых систем. Бишкек, 2015. - 410 с.
4. Маймеков З.К., Сыдыков Ж.Д., Самбаева Д.А. Конверсия карбонатсодержащего техногенного сырья и уменьшения эмиссии диоксида углерода в газовой фазе. - Бишкек, 2014. - 112с.
5. Мустафаев К.Ж., Маймеков З.К. Экологические услуги в речных бассейнах. - Тараз: «Формат-Принт», 2015. - 146с.
6. Маймеков З.К. Научно-технические аспекты исследования экологической безопасности в Кыргызской Республике // Наука и новые технологии. - Бишкек. - 2000. - №4. - С.109-111.
7. Маймеков З.К., Самбаева Д.А. Ключевые вопросы экологии и охраны окружающей среды Кыргызстана // Вестник Иссык-Кульского университета. I часть - 2010. - № 26. - С.247-251.
8. Kemelov K., Maimekov U., Sambayeva D., Maimekov Z. Reducing the concentration of benzo(a)pyrene in the soot particles in gas phase by using and burning water fuel emulsions // Polish Journal of Environmental Studies. - 2020. - Vol.29. - No 4. - P.2669-2677.

## **N-ФЕНЕТИЛПИПЕРИДИН ФРАГМЕНТТЫ КҮРДЕЛІ ЭФИРЛЕР МИКРОБҚА ҚАРСЫ ПРЕПАРАТТАР РЕТІНДЕ**

**А.М. Максатова** <sup>1,2</sup>

Научные руководители:

**Г.С. Ахметова**<sup>1</sup>, *д.х.н., главный научный сотрудник*

**У.М. Датхаев**<sup>2</sup>, *д.фарм.наук, профессор*

<sup>1</sup>*АО «Институт химических наук им А.Б.Бектурова», Алматы*

<sup>2</sup>*НАО «Казахский национальный медицинский университет  
им. С.Д. Асфендиярова», Алматы*

Көптеген дәрілерге төзімділікке ие инфекция қоздырғыштарына қарсы белсенді жаңа препараттарды дайындау қазіргі заманғы медицинаның өзекті мәселесі болып табылады.

Жаңа дәрілік препараттарды жасау саласындағы зерттеулердің инновациялық және озық бағыттарының дамуына, сонымен қатар өткен ғасырдағы ғылыми ашылуларға қарамастан әлем елдерінде инфекциялық аурулардың мәселесі ауқымды боп қалуда. Бұған дәлел ДДСҰ мәліметтері көрсеткендей, инфекциялық аурулардан науқастардың өлімі әлемде инфекциялық емес (ЖИА, инсульт, ӨСОА) аурулардан кейін үшінші орын алады [1]. Жүргізіліп жатқан емдеудің тиімсіз болу себептерінің бірі инфекция қоздырғыштарының дәрілік төзімділігінің арту деңгейі болып табылады, бұл жүргізіліп жатқан терапия әсерінің төмендеуіне немесе толығымен жойылуына әкеледі, сәйкесінше жаңа дәрі-дәрмек іздеу қажеттілігін туындатады [2, 3].

Осыған байланысты синтетикалық органикалық химияның өзекті мәселелерінің бірі шынайы құрылымды, жорамалды қасиеттер кешеніне ие жаңа қосылыстарды синтездеу болып табылады.

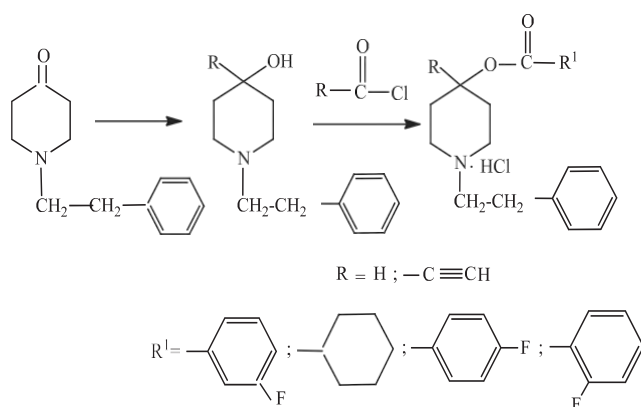
Жұмыстың мақсаты пиперидин қатарының жаңа туындыларының біріншілік фармакологиялық скринингін жүргізу, микробқа қарсы қасиеттерін анықтау, 1-(2-фенилэтил)-пиперидин-4-он екіншілік және үшіншілік спирттерінің күрделі эфирлері қатарынан микробқа қарсы препараттарды іздеу болып табылады, нәтижесінде кез келген фармацевтикалық зерттеудің негізгі мақсаты болып табылатын – жаңа дәрілік затты алуға болады.

Изопропанолда 1-(2-фенилэтил)-4-оксопиперидинді натрийборгидридімен тотықсыздандыру арқылы сәйкес екіншілік спирт алынды, ары қарай *m-фтор*-бензоилхлорид және циклогексанкарбонилхлоридпен ацилдеу нәтижесінде күрделі эфирлердің гидрохлоридтері синтезделіп алынды. Фаворский әдісі бойынша абсолютті тетрагидрофуранда техникалық ұнтақ КОН қатысында N-фенэтил-пиперидин-4онның ацетиленмен әрекеттесуі 1-(2-фенилэтил)-4-этинил-4-гидроксипиперидиннің түзілуіне әкелді, *n-фтор*-, *o-фтор*-бензоилхлоридтермен ацилдеу нәтижесінде сәйкесінше *para*-, *ortho*-фторбензой қышқылдарының күрделі эфирлері синтезделді. Синтезделініп алынған қосылыстардың құрамы мен құрылысы элементтік талдау, ИҚ спектроскопия, ЯМР <sup>13</sup>C спектроскопия мәліметтерімен, тазалығы – жұқа қабатты хроматографиямен дәлелденді.

N-Фенилэтил-пиперидин қатарының спирттерінің МА-5, МА-10 шифрлы күрделі эфирлерінің микробқа қарсы белсенділігі зерттелді. МА-10 препараты *S.aureus* ATCC 6538-Р және *E. coli* ATCC 8739 мұражайлық сезімтал тест-штамдарына қатысты 500 мкг/мл



минималды бактерицидтік концентрацияда микробқа қарсы белсенділік көрсетті. МА-5 препараты 1000 мкг/мл концентрацияда бактериостатикалық әсерге ие және тиімді. Салыстыру препараты – ампициллин антибиотигі осы тест-штамға қатысты бактерицидтік әсерді 2000 мкг/мл концентрацияда көрсетті. МА-5 және МА-10 үлгілерінің *Candida albicans* ATCC 10231 текті ашытқытипті саңырауқұлақтарға қатысты микоцидтік концентрациясы, яғни тест-штамдардың өсуін тежейтін концентрациясы 1000 мкг/мл құрады. МА-5 және МА-10 қосылыстарының зейін саңырауқұлақтарына, *A. brasiliensis* ATCC 16404 мұражайлық тест-штамына қатысты фунгицидтік белсенділігі минималды фунгицидтік концентрацияны - 125 мкг/мл құрады. Салыстыру препараты нистатин антибиотигі де 31 мкг/мл концентрацияда фунгицидтік әсерге ие.



МА-5 препаратының мұражайлық сезімтал тест-штамм *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-Р және *Escherichia coli* ATCC 8739 қатысты микробқа қарсы белсенділігі салыстыру препараты ампициллиннен 2 есе асып түсті, ал МА-10 қосылысы 5 есе асып түсті, фунгицидтік белсенділігі бойынша зерттелінген қосылыстар салыстыру препараты нистатиннен сәл төмен. *In vitro* тәжірибесінде жүргізілген микробиологиялық зерттеулер барысында МА-5, МА-10 шифрлы 1-(2-фенилэтил-)пиперидин-4-он спирттерінің күрделі эфирлері тәжірибеге алынған микроағзалардың мұражайлық штамдарына қатысты тиімділік көрсетті, ары қарай:

- *Staphylococcus aureus* қоздырғышымен күресу заты ретінде;
- *Escherichia coli* қоздырғышымен күресу заты ретінде;
- *C. albicans* қоздырғышымен күресу заты ретінде

терең зерттеулер үшін перспективті болып табылады.

Осылайша N-фенэтилпиперидиндердің құрылымына циклогексан, 3-фторфенил фрагменттерін бағытты енгізу инфекцияға/микробқа қарсы белсенді қосылыстардың түзілуіне әкелді.

### Әдебиеттер

1. Боровик С.П. Устойчивость к антибиотикам: как это стало глобальной угрозой для общественного здоровья? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.umj.com.ua/article/79582/ustojchivost-k-antibiotikam-kak-eto-stalo-globalnoj-ugrozoj-dlya-obshhestvennogo-zdorovya>



2. Tacconelli E., Carrara E., Savoldi A., Harbard S., Mendelson M. et al. Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis // Lancet Infect. Dis. - 2018. - Vol. 18., No 3. - P. 318-327

3. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendation. The review on antimicrobial resistance. - May, 2016. - 81 p.

*Жұмыс МҚП ФК БҒМ ҚР № BR18574042 аясында орындалды*

## ADSORPTION OF COPPER (II) IN POLYACRYLONITRILE (PAN) / (VMT) VERMICULITE COMPOSITE MATERIALS

**B. Makhkamov, D. Gafurova**

*National University of Uzbekistan named after MirzoUlugbek, Tashkent, Uzbekistan  
e-mail: chemistry\_89@inbox.ru*

**Abstract.** Vermiculite (VMT) was initially treated with 2 N hydrochloric acid. A polymerization reaction was performed with liquid acrylonitrile and maleic anhydride vermiculite. A new adsorbent with amidoxime functionality has been developed. The addition of maleic anhydride to vermiculite interlayers improves the 2:1 layer order. The adsorption of benzene vapor on vermiculite-based modified adsorbents was studied. The adsorption of Cu(II), ion was examined by batch equilibrium technique with respect to the initial pH, contact time, and initial metal concentration

**Keywords:** vermiculite, acrylonitrile, composite, ionite, adsorption, copper

The contamination of waters by industrial effluents rich in copper has received much attention in the last decades. The waste water purification system most usually employed by industries is the precipitating technique. However, in many cases this treatment does not allow reaching the legal limits imposed for copper wastewaters and even generates a large amount of sludge difficult to handle. More effective purification systems, such as ion-exchange columns, are often more expensive and, hence, unsuitable for these industries. For these reasons, in recent years, many researchers studied the behavior of natural organic or inorganic materials having high adsorption capacity and which are particularly abundant and inexpensive in order to use them as low-cost effective sorbents for the removal of copper from various effluents [1].

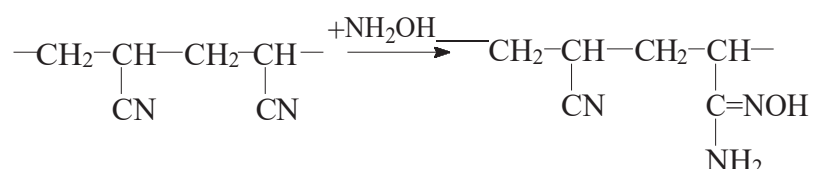
In recent years, there has been great interest in the use of clay as an adsorbent to prevent and restore environmental pollution with organic and inorganic pollutants. Due to the rapid development of industries and the expansion of the use of raw materials, the production of composite adsorbents and their treatment with industrial wastewater is of great importance. Vermiculite 2: 1 clay mineral has been studied by scientists as an adsorbent in the purification of heavy metals from water. Cheap and effective adsorbents can be obtained by activating vermiculite (VMT) mineral with various organic and inorganic substances. Vermiculite is an environmentally friendly and bio stable product. It does not contain heavy metals. It is widely used in agriculture and environmental protection. Vermiculite can be modified in many ways, resulting in multifunctional materials in the class of inorganic-organic hybrid materials. VMT has high resistance to chemicals and heat, cation exchange, temperature retention and water adsorption properties. [2]

Thus, the field of application of vermiculite has significantly expanded. Despite significant advances in vermiculite research, there are many questions in theoretical and practical research. One of them is the incomplete use of vermiculite as a composite material [3].

In this work, vermiculite was used as a reinforcing and ion-exchange material for the production of polymer composites.

Active nitrile groups present in polyacrylonitrile (PAN) copolymers allow introducing new functional groups by special reactions. Authors have reported different methods of modifications of PAN fibers to obtain cationite, anionite, and ampholyte. Some authors carried out surface modifications of PAN with NaOH to obtain a significant number of carboxylic groups. Resins based on polyacrylonitrile are easily prepared and present reactive pendant groups (cyano groups) which can be modified by different types of reagents such as hydroxylamine, hydrazine, ethylenediamine and thiosemicarbazide through nucleophilic addition [4]

A modification reaction of the nitrile group in the PAN / MAV composition with hydroxylamine was performed. The resulting ionite was washed with PAO amidoxime (AO) / MAV distilled water and dried under vacuum. The static exchange capacity (SAC) for 0.1 N HCl of the hydroxyl amine modified composition (polyacrylamidoxime P (AO) / MAV maleine vermiculite) is 3.24 mg-eq / g. The nitrile group in polyacrylonitrile indicates the formation of polyacrylamidoxime or polymeric hydroacidic bonds with hydroxylamine.



The resulting sorbent has the properties of cationite and anionite due to the presence of -OH and -NH<sub>2</sub> groups. Because amidoxime acts as a bidentate ligand, it is thought to be bound by metal ions from two amidoxime groups to form a chelate.

Polyacrylonitrile (PAN) / (VMT) In order to study the sorption properties of vermiculite composite material, benzene vapor adsorption was studied. After preparation of the samples, the benzene obtained as an absorbent was purified under vacuum before use in adsorption, its vapor pressure was frozen until the vapor pressure data for pure benzene were the same as in the table, and then the dissolved gases were released.

Benzene vapor adsorption isotherms in modified adsorbents were measured on a McBen sensitive quartz helix device. Before measuring the adsorption of benzene vapor on adsorbents, each adsorption system was vacuumed to a residual pressure of  $1.33 \cdot 10^{-3}$  Pa, heated at 473 K for 8 h, and then adsorption isotherms were obtained.

From the adsorption isotherms in the studied systems, benzene adsorption at PAO / VMT was found to be higher than at the initial vermiculite. In adsorbents, the adsorption rate was observed to rise sharply from zero relative pressure to  $R/R_s \approx 0.2$  and to approach saturation in the range  $R/R_s \approx 0.8-1$ . This suggests that adsorption at higher specific pressures is accompanied by capillary condensation.

Based on the obtained isotherms, the monolayer capacity ( $a_m$ ), specific surfaces (S) and saturation adsorption ( $a_s$ ) of the adsorbents were calculated using the BET equation. The specific surface area and saturation volume of PAO / VMT were observed to be high. The main part of benzene adsorption in adsorbents: 67.2% in 1; 2-da-46.8%; In 3, 800-35.1% of the adsorbents were found to correspond to the monolayer capacity (Table 1).

Table 1 – Structural-sorption parameters of benzene vapor adsorption in vermiculite and adsorbents based on it

№	Adsorbents	Monolayer capacity, $\alpha_m$ , mol/kg	Compared surface, $S$ , m <sup>2</sup> /g	Saturation adsorption, $\alpha_s$ , mol/kg
1	VMT	0.148	35.61	0.22
2	PAN/VMT	0.248	59.63	0.53
3	PAO/VMT	0.323	77.67	0.92

When activated with vermiculite acid, additional pores are opened between the layers of adsorbents due to the release of additives. The structure of the pores in the adsorbents determines its adsorption properties. In the obtained adsorbents, the adsorption volumes determined at different relative pressures (P/Ps) on the basis of benzene adsorption isotherms are 0.4, the pores volume  $W_0$ , mesocellular  $W_{me} = V_s - W_0$  and saturation adsorption volumes  $V_s$  are given in the following table (Table 2).

Table 2 – The size of the pores of benzene vapor by adsorption on activated adsorbents

№	Adsorbents	Volume of the micropores, $W_0 \cdot 10^3$ , m <sup>3</sup> /kg	Volume of mesopores, $W_{me} \cdot 10^3$ , m <sup>3</sup> /kg	Saturation volume, $V_s \cdot 10^3$ , m <sup>3</sup> /kg
1	VMT	0.012	0.008	0.02
2	PAN/VMT	0.04	0.005	0.045
3	PAO/VMT	0.07	0.01	0.08

The volume of the pores calculated using the equation of the theory of micro-pores saturation was found to be 7 times higher than the initial vermiculite PAO / VMT [5].

### Results and Discussion

Sorption kinetics of vermiculit and PAO/VMT. The uptake of copper(II) over time at a pH of 6, for an initial copper(II) concentration of 10 mg/L is shown in Figure 1. It has been observed that for all of the particle sizes, the adsorption rates are initially rapid because of readily accessible sites. Several workers have mentioned that when the adsorbent materials are in suspension the adsorption of metals seems to be rapid, taking place within a few minutes or hours. The results also indicate that the overall removal capacity is greater for the smaller particle sizes. This can be explained by the fact that surface charge exists along fractures and cleavage surfaces of most clay minerals due to the rupture of bonds. The number of broken bonds and hence the adsorption capacity increases as the particle size decreases. After 2 hours, the extent of removal increases marginally for all of the cases. Five hours of contact time is considered sufficient to achieve equilibrium conditions.

Effect of pH. Figure 1 shows the effect of pH on copper(II) removal by vermiculite and PAO/VMT. At a pH of 4, only 24-60% of the total copper(II) is adsorbed and at a pH of 5 approximately 47-82% of the copper(II) is removed. The extent of copper(II) removal between a pH of 6 and 7 creased palpably.

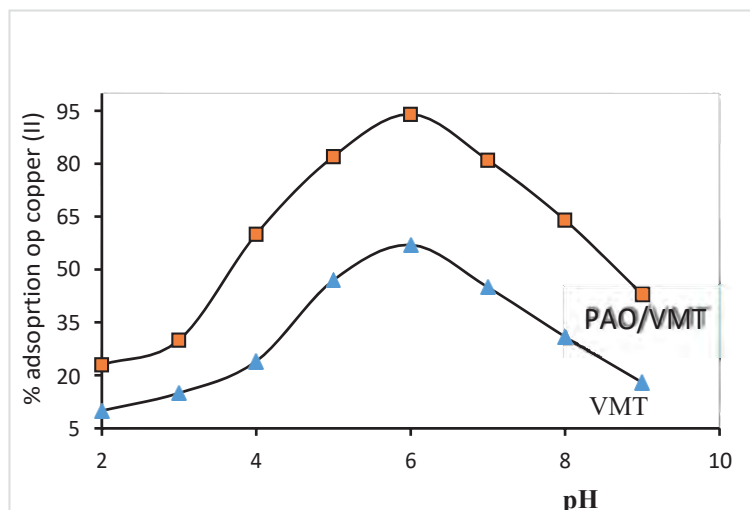


Figure 1 – Effect of pH on copper (II) sorption by vermiculite and PAO /VMT

### Conclusions

Vermiculite-based surfactant PAO / VMT was found to increase benzene vapor adsorption by up to 3 times compared to the original. Benzene adsorption is characterized by high adsorbents, cracks between the adsorbent layers and high porosity compared to other adsorbents. Based on the present investigation the following conclusions can be drawn. Naturally occurring vermiculite can be used as an adsorbent for copper (II) removal from solution. Copper removal mechanisms can be described as an ion-exchange process. The adsorption of copper (II) is pH-dependent. The presence of chloride ions does not have a significant effect on the removal of copper (II) by vermiculite. Spent vermiculite can be regenerated by 0.1 N hydrochloric acid and can then be reused. Thus, the adsorption property was modified when modifying the POA / VMT composite relative to the acid-treated vermiculite. This is due to the increased porosity of the vermiculite. It can be seen from the experiment that the rate of ion exchange of the modified polyacrylonitrile, which enters between the pores, is also increased.

### References

1. Alvarez-Ayuso, E.; Garcia-Sanchez, A. Removal of Heavy Metals from Wastewaters by Vermiculites // *Environ. Technol.* - 2003. - Vol.24. - P. 615-622.
2. Valášková M., Simha Martynková G (2012). Vermiculite: Structural Properties and Examples of the Use Clay Minerals in Nature // *Their Characterization, Modification and Application.* - 2012. - P.210-243.
3. De Araújo Medeiros M., Sansiviero M.T.C., Araújo M. H., Lago R. M. Modification of vermiculite by polymerization and carbonization of glycerol to produce highly efficient materials for oil removal // *Applied Clay Science*, 2009. - Vol. 45(4). - P.213-219.
4. Deng S., Bai R., Adsorption and desorption of humic acid on aminated polyacrylonitrile fibers // *Journal of Colloid and Interface Science.* - 2004. - Vol. 280. - P.36-43.
5. Makhkamov B., Makhkamova N., Shakhidova D. et al. Adsorption of benzene vapor in polyacrylonitrile (PAN) // (VMT) vermiculite composite materials. *AIP Conference Proceedings* 2432. - 2022. - 050047 (). - <https://doi.org/10.1063/5.0089827> - Published Online: 16 June 2022.

## SYNTHESIS OCTYL MERCAPTOBENZIMIDAZOLE

J.V. Mukhtorov<sup>1</sup>, Sh.J. Turageldiev<sup>2</sup>, Kh.S. Toshov<sup>1</sup>, Kh. Khaitbaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University of Uzbekistan

<sup>2</sup>Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan  
Tashkent, Uzbekistan

e-mail: javohirmuxtorov99@mail.ru

**Abstract.** Ultrasonic radiation differs from conventional energy sources in terms of time, pressure and molecular energy. In recent years, the use of ultrasonic waves in organic synthesis has been expanding. Ultrasonic waves are of great interest for organic synthesis and pharmaceutical chemistry. The application of these ultrasonic waves in heterocycle chemistry is focused on condensation reactions, substitution reactions, oxidation reactions, reduction reactions, addition reactions, photochemical reactions, protection reactions, photochemical reactions, coupling reactions, polymerization reactions and etc.

**Keywords:** 2-Mercaptobenzimidazole, octyl mercaptobenzimidazole, IR spectroscopy.

### Introduction

2-Mercaptobenzimidazole containing an active functional group has a high activity: for example, anti-cancer, anti-viral, anti-HIV, as well as a plant protection pesticide. Derivatives of 2-mercaptobenzimidazole are also used in analytical chemistry, purification of industrial wastewater from copper, mercury and lead ions, protection of metals from corrosion, production of plant protection products in agriculture [1-3].

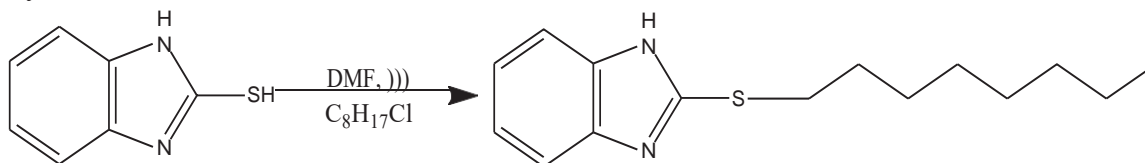
### Materials and methods

IR spectroscopy analysis was acquired at 400–4000 cm<sup>-1</sup> wavenumbers with a 4 cm<sup>-1</sup> resolution utilizing a INVENIO S (Bruker, Germany) equipped with a diamond ATR cell.

IR spectroscopy analysis: principal functional group wavelengths (N-H) 3118-3040 cm<sup>-1</sup>, C-H – 3000-2900 cm<sup>-1</sup>.

### Results and discussion

To a solution of DMF (20 ml) was added 2-mercaptobenzimidazole 5 g (0.033 mol), potassium carbonate 5 g (0.036 mmol), triethylamine (0.003 mol) was added and 80° C, 50 Hz, 150 V (Witeg, Germaniya. 230V-50 / 60Hz) the reaction was carried out in an ultrasonic bath for 40 minutes. After a certain time, TLC is monitored. The resulting reaction mixture was cooled to room temperature and poured into distilled water. The precipitate is filtered and dried. Recrystallizes in alcohol.





### Conclusion

General formula:  $C_{15}H_{22}N_2S$ ; Yield (90%); white crystals; M.P= 140-145°C; Rf = 0.65 (benzene: acetone 3:2). By carrying out reactions in an ultrasonic bath for 6 or 10 hours, we reduced the reaction time by 5 times and increased the yield by 1.5 times. The yield and time of the octyl derivative of mercaptobenzimidazole were compared under ultrasonic and normal conditions.

### References

1. Deshmukh S.K. Sanjay Dashrath Vaidya. Synthesis, Characterization and Biological Evaluation of New Nalkylated/N-acylated 2-[(4-bromobenzyl) sulfanyl]-1H-benzimidazole Derivatives. Department of Chemistry, Jagdishprasad Jhabarmal Tibrewala University, Jhunjhunu, Rajasthan, INDIA. // J. Biol. Chem. Chron. - 2019 - № 5(1). - P.153-160.
2. Aaglawe M.J., Dhule S.S., Bahekar S.S., Wakte P.S., Shinde D.B. Synthesis and antibacterial activity of some oxazolone derivatives // J. of the Kor. Chem. Soc.. - 2003. - №47(2). - P.1-6.
3. Sharma R.K., Shrivastava K., Daniel V. (2010) Synthesis and antihelminthic activity of some azole derivative of Hippuric acid // Int. J. Pharm. Sci. - 2010. - № 2. - P.502.

## СИНТЕЗ ГИДРАЗОНОВ ИЗОНИКОТИНОВОЙ И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ БЕНЗО[G][1,3,5]ОКСАДИАЗОЦИНА

О.А. Нуркенов<sup>1</sup>, С.Д. Фазылов<sup>1</sup>, Г.В. Кулаков<sup>2</sup>, Ж. Карипова<sup>1</sup>,  
Т.М. Сейлханов<sup>3</sup>, А.Ж. Мендибаева<sup>1</sup>, Ж.М. Нурмаганбетов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт органического синтеза и углехимии, Караганда

<sup>2</sup>Институт химии Тюменского университета, Тюмень, Россия

<sup>3</sup>Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау

e-mail: nurkenov\_oral@mail.ru

**Аннотация.** На основе физиологически активных гидразидов изоникотиновой и салициловой кислот и лабораторно доступного 2,6-methanobenzo[g][1,3,5]oxadiazocine были получены новые неописанные в литературе производные гидразонов. Структура полученных гидразонов однозначно доказана данными ИК- и ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C- спектроскопией.

Известно, что гидразиды и их различные производные, в том числе и гидразоны, обладают широким спектром биологической активности [1]. Среди данного класса соединений хорошо известны противотуберкулезные препараты, такие как изониазид (гидразид изоникотиновой кислоты) и фтивазид (изоникотиноилгидразон ванилина) [2]. Кроме того, гидразоны заслуживают внимания в силу наличия антибактериальных и анальгетических свойств [3, 4]. Среди них особое внимание привлекает гидразид изоникотиновой кислоты (тубазид, изониазид), который, несмотря на наличие огромного количества используемых в клинике туберкулеза новых лекарственных средств [5], и в настоящее время занимает ведущее место в лечении различных форм туберкулеза в виде новой лекарственной формы («Изоникотиноилгидразин железа сульфат» или торговое название «Феназид»), т.е. его комплекса с сульфатом железа (II) [6].

Модификация изониазида, в частности его гидразон с ванилином («Фтивазид») (рисунок 1) привела не только к уменьшению токсичности, но и к лучшей индивидуальной переносимости препарата [7].

Среди других гидразидов следует отметить также и гидразид салициловой кислоты, производные которой применяют в качестве жаропонижающих и противовоспалительных средств такие, как Diflunisal [8] и Salsalate [9], а в случае *Salsalate* ученые исследовали возможность его применения в лечении сахарного диабета.

Исходя из поставленной задачи, данных литературного обзора, для нас представляло интерес соединить в одной молекуле несколько фармакофорных групп – гидразид изоникотиновой и салициловой кислот и лабораторно доступные ацетилзамещенные гетероциклы, в качестве которого был выбран 2,6-метанобензо[g][1,3,5] оксадиазоцин **2**. Выбор обусловлен также отсутствием в химических базах данных производных. Продукт реакции Биджинелли – 2,6-метанобензо[g][1,3,5] оксадиазоцин **2** был синтезирован по методике, указанной в статье [10].

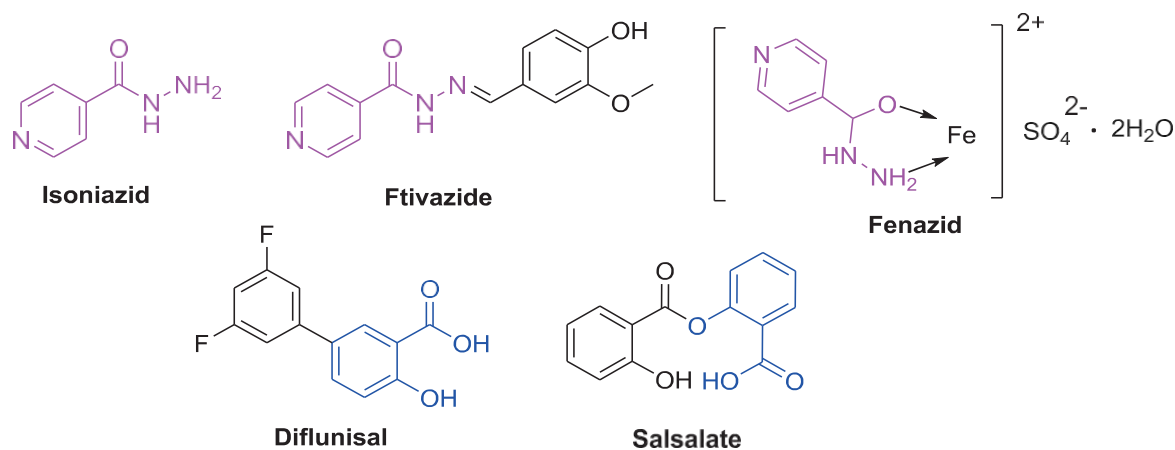
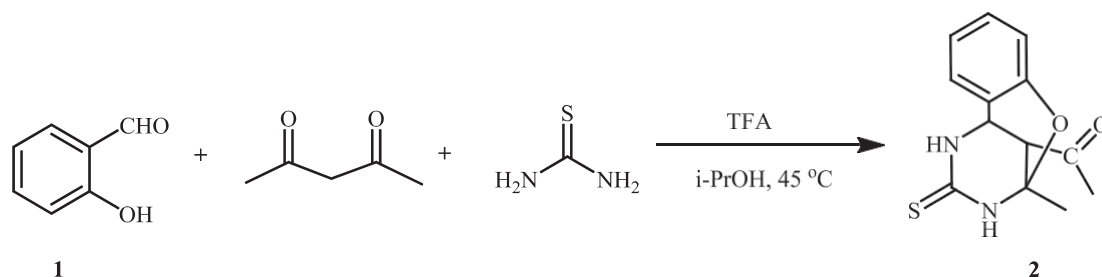


Рисунок 1 – Производные изоникотиновой и салициловой кислот, являющиеся лекарственными средствами



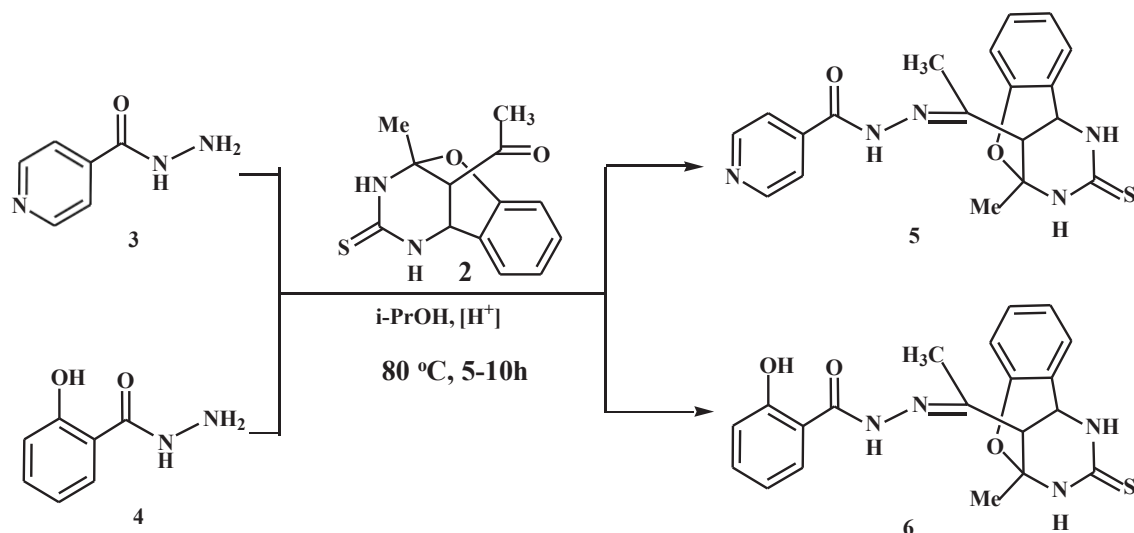
Подтверждение структуры соединения 2 также производили сравнительным анализом температуры плавления и <sup>1</sup>H ЯМР-спектра [11].

Производные 2,6-метанобензо[*g*][1,3,5]оксадиазоцин многие исследователи относят к аналогам противоракового препарата монастрола, имеющего структуру пиримидинтиона [12], но только с кислородным мостиком. Монастрол выявил совершенно новый механизм противоракового действия благодаря его специфическому влиянию на митоз, что делает его уникальным предшественником в синтезе широкого круга биологически активных соединений, в частности, и лекарственных препаратов.

Широко применяемым методом в медицинской химии для получения новых биологически активных соединений является внедрение в структуру физиологически активного вещества другой активной фармакофорной группы. Сочетание в одной молекуле двух и более фармакофорных групп повышает вероятность проявления синтезируемым веществом не только высокой биологической активности, но и появлением нового терапевтического потенциала.

Поэтому введение фармакофорных группировок в структуру биологически активных гидразонов может привести к потенциально повышенной биологической активности.

Синтез гидразонов проводили при кипячении исходных гидразидов 3, 4 с ацетильным производным 2 в изопропанол в присутствии каталитических количеств муравьиной кислоты.



Полученные гидразоны 5, 6 представляют собой желтоватые кристаллические вещества, труднорастворимые в обычных органических растворителях. Строение соединений 5, 6 подтверждено данными ИК- и ЯМР спектроскопией. Так, в  $^1\text{H}$  ЯМР спектре соединения 5 протоны метильной группы зарегистрированы синглетом в области 2,28 м.д. Имеются также синглеты протона ОН-группы в области поля 11,74 м.д. и протона NH-группы в области 11,38 м.д.

Таким образом, нами на основе физиологически активных гидразидов изоникотиновой и салициловой кислот и ацетилзамещенного гетероцикла - 2,6-метанобензо[g][1,3,5]окса-диазоцин **2** были получены новые неописанные в литературе производные гидразонов. Структура полученных гидразонов однозначно доказана данными ИК- и ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ - спектроскопией.

*Работа выполнена в рамках проекта №AP1486941 на грантовое финансирование  
Комитета науки МОН РК.*

## Литература

1. Кулаков И.В., Нуркенов О.А., Газалиева М.А., Жаугашева С.К., Исакова Ж.О. Синтез и туберкулоостатическая активность гидразидов и ацилгидразидов аминокислот на основе эфедриновых алкалоидов // Хим.-фарм. журн. - 2007. - Т.41, №11. - С.52-56.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. - Новая волна: Москва, 2012. -С. 856.
3. Rollas S., Küçükgülzel S.G. Biological Activities of Hydrazone Derivatives // Molecules. - 2007. - Vol. 12(8). - P. 1910-1939. - <https://doi.org/10.3390/12081910>
4. Manikandan V., Balaji S., Senbagam R., Vijayakumar R., Rajarajan M., Vanangamudi G., Thirunarayanan G. Synthesis and antimicrobial activities of some (E)-N'-1-(substituted benzylidene)benzohydrazides// International Journal of Advanced Chemistry. - 2017. - Vol. 5(1). - P. 17-24.
5. Raja A.S., Agarwal A.K., Mahajan N., Pandeya S.N., Ananthan S. Antibacterial and antitubercular activities of some diphenylhydrazones and semicarbazones // Indian J. Chem. Sect. B. - 2010. - Vol. 49. - P. 1384-1388.

6. Государственный реестр лекарственных средств. Официальное издание: в 2 т. - М.: Медицинский совет, 2009. - Т.2, ч.1 - 568 с.; ч.2 - 560 с.
7. Глушков Г., Машковский М.Д. Современные тенденции развития поиска и создания новых лекарственных средств // Хим.-фарм. журн. - 1990. - No. 7. - 4 с.
8. Brogden R.N. Diflunisal: a review of its pharmacological properties and therapeutic use in pain and musculoskeletal strains and sprains and pain in osteoarthritis. / R.C. Heel, G.E. Pakes, T.M. Speight, G.S Avery // *Drugs*. - 1980. - Vol. 19, №2. - P. 84-106. - <https://doi.org/10.2165/00003495-198019020-00002>.
9. Fleischman A. Salsalate improves glycemia and inflammatory parameters in obese young adults / S.E. Shoelson, R. Bernier, A.B. Goldfine // *Diabetes Care*. - 2008. - Vol. 31. - P. 289-294. - <https://doi.org/10.2337/dc07-1338>.
10. Kulakov I.V., Talipov S.A., Shulgau Z.T., Seilkhanov T.M., *GatilovYu.V.* Synthesis and structure of novel ylidene derivatives of methanobenzo[g]thiazolo[2,3-d][1,3,5]oxadiazocine// *Chem. Heterocycl. Compd.* - 2016.- Vol. 52. - P.331. - DOI:[10.1007/s10593-016-1886-7](https://doi.org/10.1007/s10593-016-1886-7)
11. Kulakov I.V. Synthesis, structure and antiradical activity of new derivatives of methano[1,3]thiazolo-[2,3-D][1,3,5]-benzoxadiazocin / S.A. Talipov, Z.T. Shulgau., T.M. Seilkhanov // *Chem. Heterocycl. Compd.* - 2014. - Vol. 50. - P. 1477.
12. Mayer T.U. Small Molecule Inhibitor of Mitotic Spindle Bipolarity Identified in a Phenotype-Based Screen. / T.M. Kapoor, S.J. Haggarty, R.W. King, S.L. Schreiber, T.J. Mitchison // *Science*. - 1999. - Vol. 286. - P. 971. - <https://doi.org/10.1126/science.286.5441.971>

## ҮШ КОМПОНЕТТІ ЖҮЙЕДЕГІ ЖАҢА ҚОС ҚОСЫЛЫСТЫҢ КРИСТАЛДАНУ АЙМАҒЫН АНЫҚТАУ

Э.Н. Рамазанова, С. Усманов, Н.Н. Есеркеева, Т. Балгын  
«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы  
e-mail: [elzira82@mail.ru](mailto:elzira82@mail.ru)

Мақта дақылдарында тамыр шірігі мен гоммозға қарсы тұқым дәрілегіштер қолданылады. 1960–1970 жылдары жоғары уыттылығына байланысты тоқтатылған мыс трихлорфенолаты [1] уытсыздандырғышы қолданылды. Шолуда [2-3] патогендік саңырауқұлақтардан басқа топырақтың пайдалы микрофлорасын өлтіретін гексахлорбензол, гранозан, паноген тұқымын уландырғыштардың уыттылығы туралы мәліметтер келтірілген. 1980–1990 жылдары әлемнің барлық дерлік мақта егетін аймақтарында бронотак [4] маринадтау агенті ретінде пайдаланылды, оның кемшіліктері 6 л/т жоғары тұтыну нормасы және сәйкесінше жоғары сату бағасы (сол кезеңде 1 170 тг/л). Соңғы жылдары құрамында фунгицидтер мен инсектицидтер бар аралас тұқым улағыштар да қолданылды [5]. Айта кету керек, препараттар өте улы қосылыстарға жатады.

Сұңқар-3 Топырақтың микрофлорасына, өсімдіктің қоректік заттарды алып тастауына оң әсер ететіні, мақта өнімділігін арттыруға ықпал ететіні, аз уытты қосылыстарға жататыны анықталды (уыттылықтың IV класы). Сункар-3-тің тамыр шірігі, гоммоз және шикі мақта өнімділігі бойынша биологиялық тиімділігін зерттеу Бронотакпен салыстырғанда [8, 9] Егер Бронотак жағдайында тамыр шірігіне қарсы тиімділігі 85% және гомоз 83,7% болса, онда Сункар-3 қолдану тамыр шірігінің тиімділігін қамтамасыз етеді- 98,4% және гомоз 98,2%. Бронотак 2 ц/га бақылаумен салыстырғанда егіннің өсуін қамтамасыз етеді, ал Сұңқар-3 – 4 ц/га.

Сұңқар-3 мақта тұқымын уытсыздандырғыштың топырақ құнарлылығына және жоғары биологиялық тиімділігіне, 4 ц/га қосымша өнімділігіне оң әсерімен бүгінгі тәжірибенің талаптарына жауап бермейді. Бақылаумен салыстырғанда өнімділіктің 6-8 ц/га-ға және әсіресе суару суының тапшылығы жағдайында өсуін қамтамасыз ететін көп функционалды әрекеттің жаңа инновациялық композициялары қажет.

Жетекші шетелдік компаниялардың мәліметтері бойынша бір белсенді затты құруда және оның негізінде пестицидтің препараттық нысанын жасауда, сондай-ақ оларды нарыққа жылжытуда препаратты енгізу мерзімі 8-12 жыл және мыңнан астам жоғары білікті ғылыми қызметкерлердің қатысуымен жүз миллион АҚШ долларынан астам қаражат жұмсалатынын атап өткен жөн.

"А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты" АҚ-да 2015-2017 жж. кезеңінде мақта тұқымын маринадтау, шикізат мақта өнімділігі мен сапасын арттыру үшін моно -, диметилломочевина және мыс, мырыш фитоқосылыстары негізінде белсенді зат синтезінің теориялық негіздері және полифункционалды әсер құрамының препараттық формасы бойынша зерттеулер жүргізілді. Өзірленген белсенді заттардың жоғары тиімділігімен және олардың негізінде азотпен қоректену тапшылығы жағдайында полифункционалды әсер ететін композициялардың дайындық формаларының негізінде шикі мақта өнімділігі мен талшық сапасының төмендеуі байқалды.



"А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты "АҚ мақсатты қаржыландыру бағдарламасы бойынша монометилломочевина, диметилломочевина және кобальт фитоқосылысы негізінде полифункционалды әсер ететін мақта тұқымын дәрілеушінің препараттық нысанын алу технологиясы мен белсенді заттардың синтезі бойынша зерттеулер жүргізілді.

Бұл жұмыста кобальттың орнына микроэлементтер ретінде көптеген ферменттердің маңызды металл компоненті болып табылатын молибден қолданылады. Молибден көмірсулар, азот және фосфор алмасуларына, витаминдер мен хлорофилл синтезіне қатысады, Фотосинтездің қарқындылығын арттырады, ферментанитрат редуктазасының құрамына кіреді, оның қатысуымен өсімдіктерде нитраттар аммиакқа дейін азаяды. Бұл жағдайда молибденге өсімдіктерді атмосферадан азотты түйінді және еркін тіршілік ететін бактериялармен бекіту арқылы қосымша азотпен қамтамасыз етуде маңызды рөл беріледі [10]. Кобальт молибденінің орнына қолдану өсімдікті қосымша қоректік азотпен 1,1-1,3 мг/кг топырақпен (13-15%) қамтамасыз ете алады, бұл мақта өнімділігінің 1,5-2,5 ц/га шикі мақтаға артуына сәйкес келеді.

Азот тыңайтқыштары жетіспеген кезде пайдаланылатын дақыл тұқымдарын, атап айтқанда мақтаны улағыштар өсімдіктерді қажетті мөлшерде қосымша азотпен қамтамасыз етпейді. Бұл мақалада мақта өсімдіктерінің ауруларын азайтуға, топырақта оңай гидролизденетін азоттың жиналуын арттыруға және шикі мақтадан жоғары өнім алуға мүмкіндік беретін полифункционалды әрекеттің қолданыстағы және оның негізінде перпаративті композициясын құру міндеті қойылған.

Монометилломочевина-молибденнің фитоқосылысы-су үш компонентті сулы-тұзды жүйесіндегі химиялық өзара әрекеттесуін физика-химиялық талдаудың визуалды-политермиялық және изотермиялық әдістерімен зерттелді.

Бинарлық жүйелер визуалды-политермиялық әдіспен зерттелді: монометилломочевина (МММ)–су; молибден фито–қосылысы (МоФҚ)–су, сондай–ақ үш жүйе: кең концентрация және температура интервалындағы МММ-МоФҚ-су.

МММ-су екілік жүйесінде жүйенің 13 бейнелі нүктесінің құрамы мен кристалдану температурасы анықталады (кесте).

Сұйық фазаның сапалық және сандық құрамы және оларға сәйкес келетін тепе-теңдік қатты фазалары анықталды

Осылайша, 1:1 мольдік қатынаста монометилломочевина және молибденнің фитоқосылысы негізінде әрекеттесуші заттың – жаңа қос қосылыстың кристалдану аймағы физика-химиялық талдаудың визуалды-политермиялық және изотермиялық әдістері бекітілді.

### Әдебиеттер

1. Фунгициды, протравители семенного материала и бактерициды. - <http://www.cnsnb.ru/akdil/0034/base/RT/000418.shtm>. - 27.08.2020.
2. Поляков И. М. Химический метод защиты растений от болезней. - Л.: Колос, 1971. - 321 с.
3. Фунгициды, протравители семенного материала и бактерициды. - <http://www.cnsnb.ru/akdil/0034/base/RT/000418.shtm>. - 27.08.2020.

Кесте 1 - МММ – Н<sub>2</sub>О жүйесіндегі ерігіштік көрсеткіштері

Сұйық фаза құрамы, %		Кристалдану Температурасы, °С	Қатты фаза
МММ	Н <sub>2</sub> О		
3.4	96.6	-3.4	лед+МММ
6.0	94.0	-6.2	лед+МММ
8.1	91.9	-0.8	МММ
9.5	90.5	5.0	МММ
11.6	88.4	8.8	МММ
14.4	85.6	13.7	МММ
19.3	80.7	20.3	МММ
21.8	78.2	23.7	МММ
25.6	74.4	27.2	МММ
29.7	70.3	30.4	МММ
31.7	68.3	33.6	МММ
35.1	64.9	39.8	МММ
38.3	61.7	45.4	МММ

4. Поляков И. М. Химический метод защиты растений от болезней. - Л.: Колос, 1971. - 321 с.

5. Мельников Н.Н. Современные направления развития производства и применения пестицидов //Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. - 1973. - Т. 18. - № 5. - С. 48-53.

6. Бронопол (бронокот, бронотак). -  
<http://www.cnsnb.ru/akdil/0034/base/RB/000309.shtml>.

7. Комбинированный протравитель - семян.  
<http://www.ngpedia.ru/id339332p1.html>.

8. Усманов С., Идрисов Д.А., Елешев Р.Е., Махмудов Р.У., Калкабаева А.М. Восстановление плодородия почв, защита и питание растений. Стратегическая политика ТОО Агропромышленный концерн «Сункар» в решении проблем. - Алматы: ТОО РПИК «Даур», 2003. - 404 с.

9. Усманов С., Идрисов Д.А., Исекешев А.О., Аблазимов Б.Н. Стратегическая политика химизации агропромышленного комплекса Республики Казахстан при вступлении ее в ВТО. - Алматы: ТОО РПИК «Даур», 2004. - 198 с.

10. Отчет Южно-Казахстанского филиала РГП «Фитосанитария» о демонстрационных испытаниях препарата СУНКАР-3, 20% в.с., фирмы ТОО «Пестицид КЗ» (Казахстан) против корневой гнили и гоммоза //РГП «Фитосанитария». - Шымкент. - 2001. - 5 с.

11. Отчет о результатах регистрационных испытаний протравителя семян СУНКАР-3, 20% в.с., ТОО «Пестицид КЗ» против болезней (гоммоза и корневой гнили) на посевах хлопчатника в Южном Казахстане. //КазНИИЗР Национального Академического Центра аграрных исследований Министерства образования и науки РК, Рахат. - 2001. - 6 с.

Молибден для растений / <http://www.agrocounsel.ru/molibden-dlya-rastenij>. - 05.10.2014.

## ВЛИЯНИЕ ДИТИОКАРБАМАТОВ НАТРИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПШЕНИЦЫ

Е.С. Сычева<sup>1</sup>, Д.Б. Маркина<sup>1</sup>, И.Н. Ануарбекова<sup>1</sup>,  
Г.С. Муканова<sup>2</sup>, М.С. Муканова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы

<sup>2</sup> Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы

e-mail: yelena-sycheva@yandex.kz

**Аннотация.** Проведен лабораторный скрининг по изучению ростстимулирующей активности новых препаратов 1-5 гетероциклических и алифатических дитиокарбаматов натрия, их влиянию на всхожесть и морфологические показатели проростков яровой пшеницы. В результате лабораторных испытаний установлено, что изучаемые стимуляторы роста растений обладают высокой физиологической активностью и могут быть использованы в технологии выращивания семенного материала.

В практике сельскохозяйственного производства все большее внимание уделяют использованию стимуляторов роста растений. Необходимость обработки семян стимуляторами роста в настоящее время является научно-обоснованным приемом. При этом можно достичь максимальной всхожести, энергии прорастания семян, а также снижения неблагоприятных факторов внешних условий, улучшить качество и количество получаемой зерновой продукции [1-4].

Одним из важных направлений научно-исследовательских работ Института химических наук им. А.Б. Бектурова является разработка и внедрение инновационных отечественных химических средств защиты растений для сельского хозяйства. Особенностью разработанных препаратов является низкая доза применения, безопасность, универсальность и эффективность.

Целью исследования является определение эффективности применения стимуляторов роста – гетероциклических и алифатических дитиокарбаматов натрия (рисунок 1), определение их всхожести и морфологических показателей проростков яровой пшеницы после обработки препаратами.

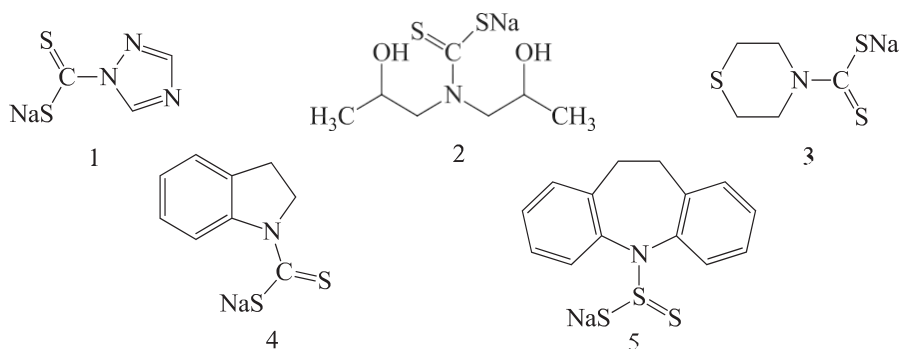


Рисунок 1 – Стимуляторы роста растений 1–5

Лабораторные исследования включали определение лабораторной всхожести семян яровой пшеницы (Табыс 60), а также биометрических показателей (длина, количество и масса корней и проростков на 7 сутки) после обработки семян стимулирующими препаратами [5] по следующей схеме:

1. Контроль (без обработки);
2. Обработка препаратами КН-2 и АН-16 (эталон), (0.01 %, 0.001%);
3. Обработка препаратами 1-5 (0.01 %, 0.001%).

В результате лабораторного опыта было установлено, что изучаемые регуляторы роста обладают физиологической активностью.

Обработка семян пшеницы препаратами 1-5 показала высокий процент лабораторной всхожести на 7 день, что составило 80-100 %, по сравнению с контролем – 73 % и эталонами сравнения КН-2 и АН-16 (рисунок 2).

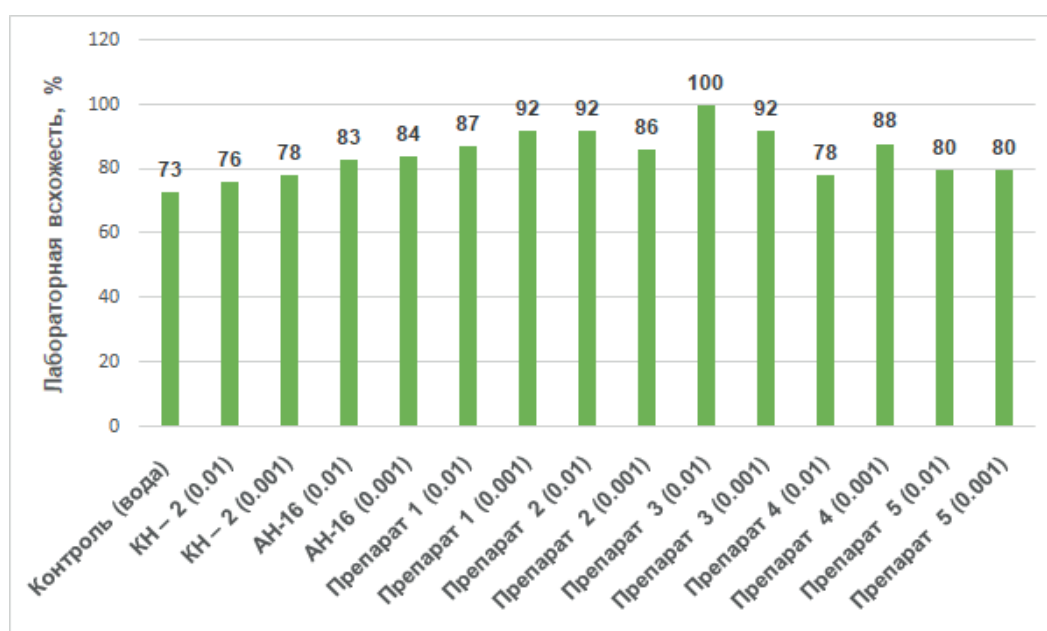


Рисунок 2 – Лабораторная всхожесть проростков семян пшеницы при применении препаратов 1–5

Так, лабораторная всхожесть семян составляет в контроле 73 %, для эталонов КН-2 и АН-16 при концентрации 0.01% – 76% и 83%, а с использованием препарата 3 – 100 %, соответственно.

Препарат 3 при концентрации 0.001 % положительно влияет на стимуляцию длины 7,91 см и массу ростков 1,34 г, а при концентрации 0.01% активно стимулирует длину и количество корешков – 8,31 см, 4,52 шт. Сравнивая полученные биометрические данные, следует отметить, что из всех параметров препарат 3 показал высокий результат по сравнению с контролем и эталонами КН-2, АН-16. Увеличилась высота надземной части, длина корневой системы и особенно значительно повысилась зеленая масса ростков и свежая масса корешков (рисунок 3).

Максимальный эффект от действия препарата 2 наблюдается при концентрации 0.01%, который стимулирует длину и свежую массу ростков на 7,9 см и 1,1 г; длину,

количество и массу корней на 7,52 см, 4,36 шт и 1,14 г, соответственно, что существенно стимулирует рост проростков пшеницы в целом.

Действие препаратов 1, 4 и 5 было незначительным, морфологические показатели проростков близки к эталонам сравнения (КН-2, АН-16).

Полученные результаты экспериментальных исследований показывают, что обработка семян пшеницы препаратом 3 оказывает положительное влияние на рост и развитие растений, повышая продуктивность растений по морфологическим признакам.

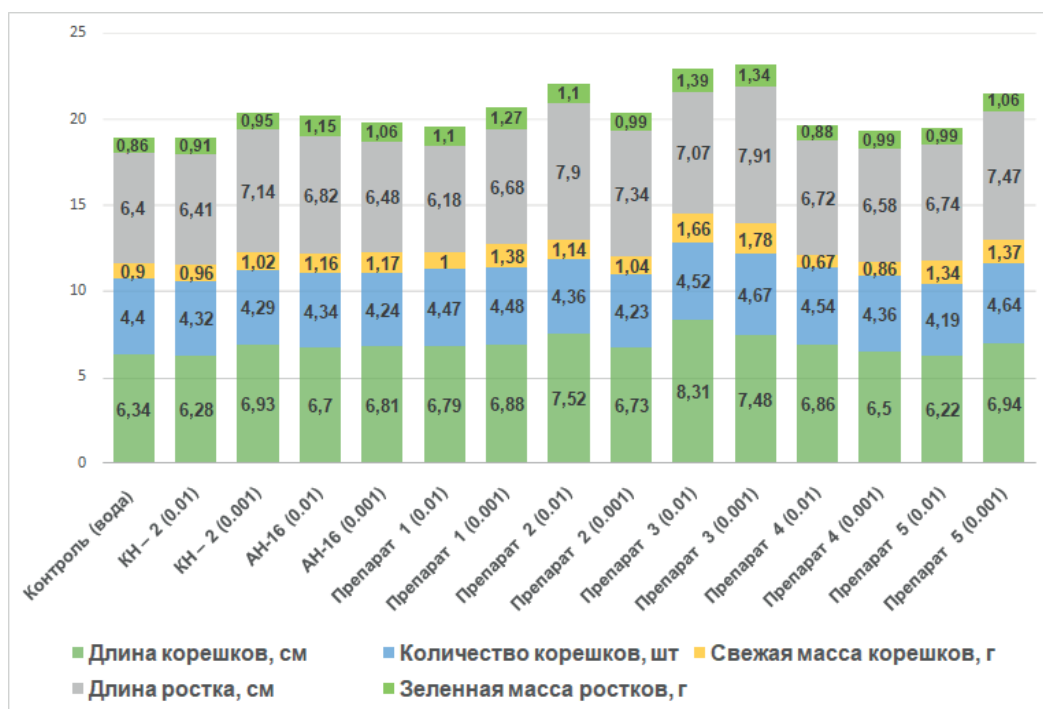


Рисунок 3 – Морфологическая характеристика проростков семян пшеницы при применении препаратов 1-5

В результате лабораторного скрининга установлено, что изучаемые регуляторы роста растений проявляют высокую ростстимулирующую активность и являются эффективными стимуляторами прорастания семян пшеницы.

### Литература

1. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. - 2014. - №6. - С. 16-20.
2. Данилов А.В. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур // Вестник МарГУ. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». - 2017. - Т. 3, № 1(9). - С. 28-32.
3. Глуховцев В. В., Кукушкина Л. А., Демина Е. А. Стимуляторы роста в современных технологиях возделывания яровой пшеницы // Успехи современной науки. 2015. - № 5. - С. 19-21.
4. Rashid N., Wahid A., Ibrar D., Irshad S., Hasnain Z., Al-Hashimi A., Elshikh M.S., Jacobsen S.-E., Khan Sh. Application of natural and synthetic growth promoters improves the

productivity and quality of quinoa crop through enhanced photosynthetic and antioxidant activities  
// Plant Physiology and Biochemistry. - 2022. - Vol.182. - P.1-10. -  
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.04.012>.

5. ГОСТ12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. - Москва: Стандартинформ, 2011. - 30 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК в рамках грантового проекта молодых ученых № AP09057956 «Разработка биоорганических комплексов с природными полисахаридами в качестве экологически безопасных средств защиты растений».*



## ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ МЕТАЛДАРМЕН КОМПЛЕКСТЕРІ

**М.Е. Төлендина**

Ғылыми жетекші: PhD доцент м. а. **Дәулетбай А.**,  
*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы*  
*e-mail: Madikosh2603@gmail.com*

**Түйіндеме.** Гуминді заттар – тұрақты химиялық құрамы жоқ және тірі ағзалардың қоршаған орта факторларымен бірге ұзақ уақыт әсер етуінің нәтижесінде өсімдік және микробтық қалдықтардан түзілетін табиғи полифункционалды қосылыстардың класы. Ол топырақтың, судың және қатты қазбалы отынның негізгі органикалық құрамдас бөлігі болып табылады. Оның негізгі бөлігін гумин қышқылы, фульвоқышқыл және гуминдер құрайды. Соның ішінде гумин қышқылы – күрделі құрылымы бар қызықты молекула. Бұл жұмыста гумин қышқылында әртүрлі функционалды топтардың болуы оның комплекс түзуіне қалай әсер ететіндігі қарастырылды. Түзілген комплекстердің қоршаған ортаға әсері және олардың тұрақтылық константалары туралы қысқаша баяндалды.

Гуминді заттар топырақта ең көп кездесетін органикалық қосылыстар. Гуминді заттар қышқылда ерімейтін гумин қышқылдары және қышқылда да, сілтілі ортада да еритін фульвоқышқылдар болып бөлінеді.

Гумин қышқылы өзінің макромолекулалық құрылымымен ерекшеленеді. Гумин қышқылының негізгі құрылымы - ароматты және алициклді сақиналы болып келеді, ал сақинаға карбоксил тобы, гидроксил тобы, карбонил тобы, фенил тобы, тиол тобы немесе метокси тобы сияқты функционалды топтар қосылады. Гидроксил, фенил және карбоксил-реакцияға қабілетті топтары бар гумин қышқылы металдармен комплексті қосылыстар түзе алады. Нәтижесінде суда еритін, коллоидты және әртүрлі химиялық және биологиялық тұрақтылығы бар суда ерімейтін кешендер түзіледі. Жоғарыда аталған функционалды топтар ауыр металдарды хелатталған кешендерге байланыстыруға жауапты. Дегенмен, гумин қышқылдары металдармен таңдамалы түрде комплекстер түзеді. Металл ионы алғаш рет гумин қышқылдарымен комплекс түзгенде, алмаспайтын режимге айналуы мүмкін алмасу режимінде байланысады [1].

Гумин қышқылдарының комплекстүзу және тасымалдау-иммобилизациялау қабілеті осы заттардың ең маңызды экологиялық қасиеттері болып табылады. Сондықтан бұл қасиеттерді зерттеу олардың табиғи жүйелердегі және адам басқаратын қосымшалардағы рөлін түсіну үшін маңызды [2].

Қазіргі таңда судағы ауыр металл иондары адам мен су жануарларының денсаулығына, тіпті төмен концентрацияда да улы. Ауыр металдардың ішінде  $\text{Cu}^{2+}$  және  $\text{Pb}^{2+}$  екі маңызды ластаушы ион болып табылады. Ластанған судан немесе ағынды сулардан ауыр металл иондарын кетіру суды тазарту үшін өте маңызды. Әр түрлі әдістердің ішінде адсорбция қоршаған ортадан ауыр металдарды тазартудың ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Ауыр металдармен гумин қышқылының комплекстүзу қабілеті судағы ауыр металл иондарының миграциясын арттыруы мүмкін, бұл суды тазартуда маңызды мәселе болып табылады. Гумин қышқылын  $\text{Cu}^{2+}$  және  $\text{Pb}^{2+}$  иондарымен байланыстыру әдетте рН және металдың жалпы концентрациясының жоғарылауымен артады. Металл иондарының

төмен немесе орташа концентрациясында  $\text{Cu}^{2+}$  ионы  $\text{Pb}^{2+}$  ионына қарағанда гуминқышқылымен тығыз байланысты болды. Бос металдардың жоғары концентрациясында ғана сорбцияланған металл иондарының саны  $\text{Pb}^{2+}$  үшін  $\text{Cu}^{2+}$ -ге қарағанда жоғары болды. Протондар мен металдардың ион алмасуының молярлық қатынасы  $\text{Cu}^{2+}$  үшін 1,0-ден 1,8-ге дейін және  $\text{Pb}^{2+}$  үшін 0,6-дан 1,2-ге дейін өзгерді, бұл  $\text{Cu}^{2+}$  монодентат және бидентат кешендері ретінде байланысады, ал  $\text{Pb}^{2+}$  негізінен монодентат кешендері ретінде байланысады. [3, 4].

Жұмысында гумин қышқылы мен мыс арасындағы комплекс түзу барысының бірнеше түрлері келтірілген [5]. Жұмыс қорытындылары бойынша мыс иондарының гумин қышқылымен сорбциялану дәрежесі гумин қышқылының құрамындағы функционалдық топтармен, гумин қышқылының құрылысымен және де ортаның сутектік көрсеткішімен тығыз байланысты екендігі анықталған. Ал темір катиондары мен гуминқышқылы арасындағы комплекс түзу реакциясында комплекс түзілу шамасы гумин қышқылының құрамындағы ароматты сақиналардың бүйірлік топтарына орналаса алу мүмкіндігіне ие бола алатындығымен ерекшеленген.

–COOH, –OH, –NH<sub>2</sub> сияқты функционалдық топтары бар гумин қышқылы қоршаған ортада металдардағы катиондық байланыстың таралуына әсер етуі мүмкін. Микроэлементтердің гумин қышқылымен комплекс түзуі металдың (мысалы, мыс) уыттылығының төмендеуіне немесе оның ерігіштігінің жоғарылауына (мысалы, темір) әкелуі мүмкін, бұл металл ионның өсімдіктерге қолжетімді етеді. Гумин қышқылы ауыр металл иондарымен тығыз байланысады. Гумин қышқылы мен металдар арасында тұрақты ішкі сфералық комплекстердің түзілуі гумин қышқылы мен металдың тұрақтылық константаларын өлшеуге қажеттігін туғызады. Гумин қышқылы-металл ион комплекстерінің тұрақтылығының ең жоғары константасы мыс (II) үшін байқалды. Тұрақтылық константаларының мәндері келесі ретпен төмендейтіні анықталды:  $\text{Cu}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ . Кальций (II) және барий (II) бір реакция орталығында бір-біріне жақын бір немесе екі карбон топтарымен (алифаттық карбон қышқылдары, қымыздық, малондық және янтарь қышқылы жағдайындағы сияқты) немесе көршілес гидроксилмен әрекеттеседі. Кадмий (II) және қорғасын (II) мыс сияқты бірақ тұрақты емес қосылыстар түзеді. Гумин қышқылы мен металдардың әртүрлі комплекстері үшін тұрақтылық константалары осы алынған қосылыстардың қоршаған ортадағы әрекетін, сондай-ақ беріктігін болжауға көмектеседі. Бұл органикалық лиганд барлық дерлік металдарды қозғалмайтындай етіп байланысады және детоксикация процестеріне қатысады. Гуматтардың металдық әрекеттесуінің тұрақтылық константаларын білу табиғи процестерді модельдеу үшін өте маңызды [6, 7].

### Әдебиеттер

1. Яговкин А.К., Миронова Ю.В., Миронов А.В. Развитие представлений о молекулярной организации сложных органических систем гуминовых кислот // Вестник Югорского государственного университета. - 2009. - В.3, № 3. - С. 80-60.

2. Klučáková M., Kalina M., Smilek J., Laštůvková M. The transport of metal ions in hydrogels containing humic acids as active complexation agent // Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects. - 2018. - doi:10.1016/j.colsurfa.2018.02.042

3. Terdkiatburana T., Wang S., Tadé M.O. Competition and complexation of heavy metal ions and humic acid on zeolitic MCM-22 and activated carbon // Chemical Engineering Journal. - 2008. - №139(3). - P.437-444. - doi:10.1016/j.cej.2007.08.005.
4. Christl I., Milne C.J., Kinniburgh D.G., Kretzschmar R. Relating Ion Binding by Fulvic and Humic Acids to Chemical Composition and Molecular Size. 2. MetalBinding. // Environmental Science & Technology. - 2001. - №35(12). P. 2512-2517. - doi:10.1021/es0002520
5. Lopes W.T., Thobie-gautier C., Rezende M.O., et al. Electrochemical Behavior of Cu ( II ) on Carbon Paste Electrode Modified by Humic Acid , Cyclic Voltammetry Study// Feature Article. - 2002. -Vol.14. - P.71-77.
6. Lubal P. The acidobasic and complexation properties of humic acids Study of complexation of Czech humic acids with metal ions //Talanta, 1989. - Vol. 47(2). - P.401-412. - doi:10.1016/s0039-9140(98)00143-x
7. Pandey A.K., Pandey S.D., Misra V. Stability Constants of Metal-Humic Acid Complexes and Its Role in Environmental Detoxification // Ecotoxicology and Environmental Safety. - 2000. - Vol.47(2). - P.195-200. - doi:10.1006/eesa.2000.1947

## МАСС-СПЕКТРЫ И ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ИОНОВ 2-,3-КАРБАЛЬДЕГИД-БЕНЗОПИРРОЛА ПРИ ИОНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНАМИ

Е.А. Тусупкалиев, М.Н. Баимбетов, С.Ж. Жумагалиев,  
Ж.Н. Кайнарбаева

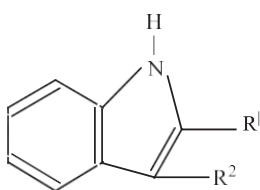
АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы  
zhaniya.kn@gmail.com

**Аннотация.** Изучение масс-спектров индола и его замещенных 2-,3- карбальдегид-бензопиррола. Охарактеризованы и показаны особенности фрагментации их молекулярных ионов и выявлены характеристические фрагментные ионы. Молекулярные ионы (МИ) изученных производных индола и самого индола (бензопиррола) стабильность к ионизацию электронами колеблется в пределах 35,7-49,5%, поэтому относятся к высокостабильным соединениям. 2- и 3-карбальдегидбензопирролы обладают довольно высокостабильным МИ ( $W_{\text{МИ}}=35,7; 44,0\%$ ), распад которых связан с последовательным выбросом Н-атома ( $\alpha$ -разрыв) и СО.

**Ключевые слова:** бензопиррол, масс-спектры, молекулярный ион, фрагментация, элиминирования.

Индольный (бензопиррольный) фрагмент входит в состав многих сложных по строению алкалоидов – стрихнина, резерпина, а также служит структурным фрагментом важных природных соединений (индиго, триптофана и серотонина) и лекарственных препаратов (например, индопана).

В продолжение исследования [1, 2] по изучению лекарственных препаратов, в данной работе рассмотрены масс-спектры производных бензопиррола (индола) [3-6].



Где,  $R^1=R^2=-\text{H}$  (1);  $R^1=-\text{CHO}$ ,  $R^2=-\text{H}$  (2);  $R^1=-\text{H}$ ,  $R^2=-\text{CHO}$  (3).

Масс-спектры (таблица 1) самого бензопиррола (индола) (1) взятого как модельного образца содержит максимальный пик молекулярного иона ( $M^+$ , 117) по аналогии с бензолом и пирролом, а также наблюдаются интенсивные пики фрагментных ионов  $[M-\text{HCN}]^+$  ( $m/z$  90,  $F_1$ ) и  $[M-\text{H}_2\text{CN}]^+$  ( $m/z$  89,  $F_2$ ) (табл.2). Введение СО-группы в положение С2 или С3 пятичленное кольцо бензопиррола (1) приводит к появлению в масс-спектре интенсивного пика  $F_1$  с  $m/z$  144 (в случае 2-карбальдегидбензопиррола (2),  $I_{\text{отн}} = 53\%$ ), а в случае 3-карбальдегидбензопиррола (3),  $I_{\text{отн}} = 100\%$ ), возникающего за счет выброса атома водорода. Таким образом, их (2,3) наиболее характерный распад представляет собой образования оксониевых ионов F с  $m/z$  144 и последующее их декарбонилирование до катиона бензопиррилла с  $m/z$  116 ( $F_2$ ).

Таблица 1 – Масс-спектры бензопиррола и некоторых его производных

Номер соединения	Название	Масс-спектр: $M^+$ , $m/z$ ( $I_{\text{отн}}$ ,%)
1	Бензопиррол (индол)	118 (9), $M^+$ 117 (100), 116 (7,5), 91 (3,5), 90 (43,5), 89 (26,5), 63 (9,5), 62 (4,0), 59 (7,0), 39 (4,0).
2	2-Карбальдегид-бензопиррол	146 (10), $M^+$ 145 (100), 144 (53,0), 117 (5,5), 116 (13,0), 90(11,0), 89 (32,0), 63 (7,5), 39 (5,0), 33 (4,5).
3	3-Карбальдегид-бензопиррол	146 (9), $M^+$ 45 (91,0), 144 (100), 116 (25,5), 90 (5,0), 89 (21,0), 63 (8,0), 62 (4,0), 58 (5,5), 39 (4,0).

*Бензопиррол (индол, 1).* В масс-спектре индола (1) пик МИ ( $M^+$  117) самый максимальный [3] и вдвое менее интенсивный пик фрагментного иона  $[M-HCN]^+$  с  $m/z$  90 ( $F_1$ , схема 1, таблицы 1, 2). Пики ионов  $[M-H]^+$  ( $m/z$  116,  $F_3$ ) и  $[M-H_2CN]^+$  ( $m/z$  90  $F_2$ ) имеют интенсивности 7,5% и 26,5% соответственно (таблица 1). А также в масс-спектре бензопиррола (1) имеются малоинтенсивные пики с  $m/z$ : 91,63,62,57 и 39 (3,5–9,5%).

Таблица 2 – Стабильность МИ ( $W_{\text{ми}}$ ) и интенсивность характеристических фрагментных ионов от полного ионного тока при ИЭ индола (1) и его некоторых производных (2-6)

Номер соедин-я	$W_{\text{ми}}$ , %	Фрагмент.ион, $m/z$ ( $I_{\text{лит.}}$ ,%)				
		$F_1$	$F_2$	$F_3/F_3^{\downarrow}$	$F_4$	$F_5$
1	49,5	$[M-HCN]^+$ 90 (19,7)	$[M-H_2CN]^+$ 89 (12,0)	$[M-H]^+$ $m/z$ 116 (3,4)	$[C_5H_3]^+$ $m/z$ 63 (4,3)	$[C_3H_3]^+$ $m/z$ 39 (1,8)
2	44,0	$[M-H]^+$ $m/z$ 144 (21,2)	$[M-HCO]^+$ $m/z$ 116 (5,2)	$[M-CO]^+$ $m/z$ 117 (2,2) $m/z$ 90 (4,4)	$[M-HCO-HCN]$ $m/z$ 89 (12,8)	$[C_3H_3]^+$ $m/z$ 39 (2,0)
3	35,7	$[M-H]^+$ $m/z$ 144 (35,7)	$[M-HCO]^+$ $m/z$ 116 (9,1)	$m/z$ 90 (1,7)	$m/z$ 89 (7,5)	$[C_3H_3]^+$ $m/z$ 39 (1,4)

Таким образом, основные направления фрагментации МИ ( $M^+$  117) индола (1) обусловлены энергетически выгодными процессами элиминирования цианистого водорода и группы атомов  $H_2CN$ .

#### *2-,3-Карбальдегидбензопирролы*

Введение альдегидную группу ( $-CH=O$ ) в положения C2 или C3 от атома азота пиррольной части индола оказывает существенное влияние на фрагментацию МИ 2-карбальдегидбензопиррола (2). Наибольшую интенсивность имеет пик МИ ( $M^+$  145, 100%), второй по интенсивности пик относится ацильному (оксониевому) иону  $[M-H]^+$  ( $F_1$ ,  $m/z$

144,  $I_{\text{отн}}=53\%$ ). Для этих изомеров (2,3) наиболее характерен последовательный выброс H и CO с образованием ионов F<sub>1</sub> (m/z 144) и F<sub>2</sub> (m/z 116) (таблицы 1, 2; схема 1).

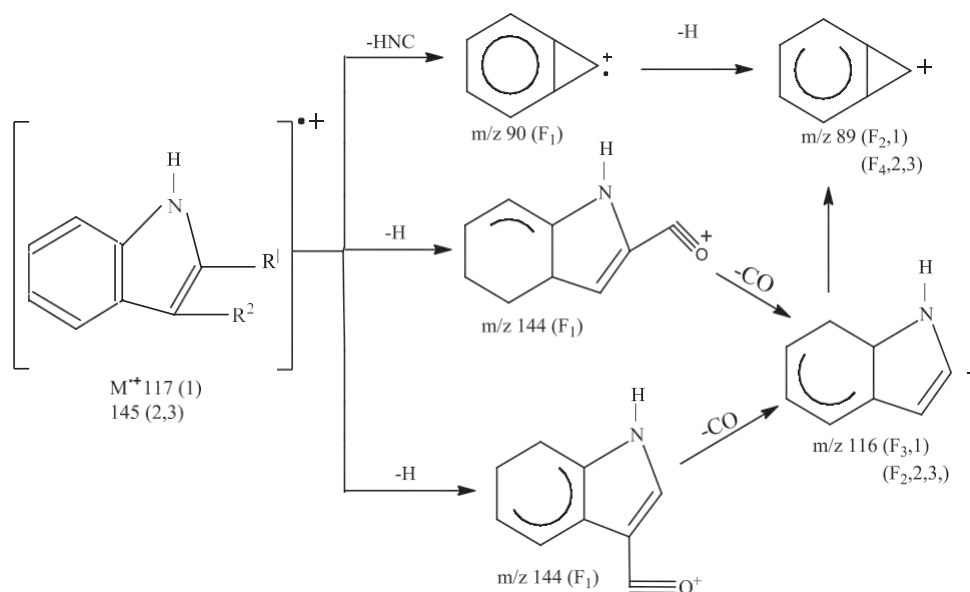


Схема 1 – Фрагментация МИ бензопиррола (1), 2-, и 3- карбальдегидбензопирролов (2,3)

Отличительной особенностью масс-спектра изомера (2) является заметный пик иона  $[M-CO]^+$  (m/z 117), который отсутствует в случае изомера (3). Судя по масс-спектрам этих соединений (2,3), вероятность локализации заряда на том или ином фрагменте зависит не от степени место замещения рвущейся в данном процессе связи C-C, а от стабильности образующихся ионов. Интересной особенностью фрагментации 3-карбальдегидбензопиррола (3) является довольно легкий выброс атома водорода из МИ (3) с образованием самого максимального по интенсивности пика оксониевого (ацильного) иона  $[M-H]^+$  с m/z 144 (таблицы 1, 2; схема 1).

Таким образом, высокостабильный МИ ( $M^+$  117) индола (бензопиррола) при введении в качестве заместителя следующую функциональную группу: -CHO, приобретают производных (2-,3-Карбальдегидбензопирролы) обладающие также стабильными МИ ( $W_{\text{ми}}=35,7-44,0\%$ )

Основные характеристические фрагментные ионы образуются из МИ при элиминировании следующих частиц: H, CO, CHO непосредственно из заместителей индольного кольца. В результате масс-спектрометрических исследований установлены характеристические фрагментные ионы для некоторых производных бензопиролла (индола):  $[M-H]^+$  с m/z 144,  $[M-HCO]^+$  с m/z 116.

### Литература

1. Муканова М.С., Тусупкалиев Е.А., Жумагалиев С.Ж., Баимбетов М.Н., Ауэзова Ы.А. Масс-спектры и особенности фрагментации молекулярных ионов некоторых гипотензивных препаратов и их производных // Химический журнал Казахстана. - 2020. - №2.- С.40-56.
2. Джусипбеков У.Ж., Ошакбаев М.Т., Тусупкалиев Е.А., Муканова М.С., Баимбетов М.Н., Кайнарбаева Ж.Н., Жумагалиев С.Ж., Қыдырбай А.А. Масс-спектрометрическое



поведениенекоторых производных пиррола при ионизации электронами // Наука и жизнь. - 2022. - №5. - С.29-36.

3. NIST MS Search v.2.2-2012.

4. Ardrey R.E., Moffat A.C. Gas liquid chromatographic retention indices of 1318 substances of toxicological interest on SE-30 or OV-1 stationary phase // J. Chromatogr. - 1981. - P.195-252.

5. Marozzi E., Gambaro V., Saligari E., Mariani R., Lodi F. Use of the retention index in gas chromatographic studies of drugs // J.Anal.Toxicol. - 1982. - P.185-192.

6. Ansorena P., Gimeno O., Astiasaran I., Bello J. Analysis of volatile compounds by GS-MS of a dry fermented sausage // Chorizo de Pamplona Food Res.Int. - 2001. - №134. -P. 67-65.

## АСФАЛЬТЕНДЕРІНІҢ ҚҰРАМЫ, ҚАСИЕТТЕРІ, ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ФРАКЦИЯЛАРЫ

Унгарбаева А.С.<sup>1</sup>, Кабылбекова А.Т.<sup>1</sup>, Сагитова Г.Ф.<sup>2</sup>

Ғылыми кеңесші: PhD доктор Тілеуберді Е.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз

<sup>2</sup>М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент

<sup>3</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы  
e-mail: ungarbaeva.aysulu@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены последние идеи о современных структурах асфальтенов, которые считаются одними из инициаторов проблем, возникающих при добыче, переработке и транспортировке тяжелых нефтей. Материал, представленный в данной статье, дает полное представление о свойствах, строении асфальтенов, а также способах их разделения на фракции и отражает особенности строения этих фракций.

**Ключевые слова:** асфальтены, состав, свойства, дисперсность, фракция.

**Annotation.** This article discusses the latest ideas about modern asphaltene structures, which are considered to be one of the initiators of the problems that arise during the extraction, processing and transportation of heavy oils. The material presented in this article gives a complete picture of the properties, structure of asphaltenes, as well as methods of their separation into fractions and reflects the features of the structure of these fractions.

**Keywords:** asphaltenes, composition, properties, dispersion, fraction.

Қазіргі уақытта асфальтендердің көбеюімен сипатталатын, алынуы қиын мұнай қорларын өндірудің тұрақты өсуі байқалады. Әр түрлі беткі қабаттарда және технологиялық процестің әртүрлі кезеңдерінде асфальтендердің пайда болуы оның ағымын қиындатады.

Асфальтендердің пайда болуы қабатта да, сорғы-компрессорлық құбырларда, құбыржолдарында және резервуарларда да пайда болуы мүмкін. Асфальтендердің түсуі технологиялық және экономикалық жағынан өте тиімсіз. Сайып келгенде, асфальтендердің алдын алу және жою жұмыстарын жүргізу қажеттілігі туындайды, осылайша өндіріс процесінде, сондай-ақ мұнай тасымалдауда шығындар артады. Мұнай өндіру және тасымалдау процестерінің жұмыс жағдайындағы ауыр органикалық қосылыстардың әсері туралы білім асфальтендердің түзілу процестерін жоғары дәлдікпен модельдеуге және жоғары молекулалық органикалық қосылыстардың тұндырылуына жол бермеуге мүмкіндік береді.

Асфальтендер қатты, сынғыш, ерімейтін, барлық мұнай компоненттерінен бөлінген ең жоғары молекулалы заттар. Молекулалық салмақ 600-1600 аралығында. Асфальтендер: ұқсас химиялық сипаттамалары бар әртүрлі молекулалардың күрделі қоспасы; қызған кезде балқымайды; 300 °С жоғары температурада газдар мен қиын жанатын кокстың түзілуімен ыдырайды; түсі – қара немесе қоңыр, спиртте, эфирде, ацетонда, мұнай эфирінде, изопентанда, гександа, гептанда және басқа да алифатты еріткіштерде ерімейді; бензолда, хлороформда, күкіртті көміртеkte, ароматты еріткіштерде (толуол) оңай ериді. «Жақсы»

еріткіштердегі өте төмен концентрациялардың өзінде олар «наноагрегаттар» түзуге бейім, олардың құрылымы мен түзілуі көптеген зерттеулерге қарамастан негізінен белгісіз болып қалады [1].

Органикалық химия тұрғысынан бұлар бүйір тармақтары бар полиароматты және гетероциклді ароматты сақиналардан тұратын үлкен молекулалар:

- тірі өсімдіктер мен жануарларда кездесетін, геологиялық уақыт ішінде температура мен қысымның әсерінен ішінара ғана ыдырайтын күрделі молекулалардан келеді;
- шикі мұнайдың бейорганикалық компонентінің негізгі бөлігін, соның ішінде күкірт пен азотты, сондай-ақ никель мен ванадий сияқты металдарды тасымалдау.

Мұнайда қатты көмірсутектер, шайырлар, асфальтендер бар. Олар асфальт-шайыр-парафинді заттардың түзілу қарқындылығын, сондай-ақ олардың құрамын анықтайды. Сондықтан олардың мұнай дисперсті жүйелеріндегі молекулааралық өзара әрекеттесуін зерттеу өзекті мәселе болып табылады. Тұнбалардың асфальтенді-шайырлы-заттардың пайда болуымен байланысты мәселелерді шешу үшін мұнайдың жоғары молекулалық қосылыстарының құрамы туралы білімнің көлемі мен тереңдігін арттыру қажет. Мұнайда асфальтендердің көп болуына байланысты ірі агломераттар түзіледі. Осыған байланысты мұнай анағұрлым тұтқыр болады. Сондай-ақ, мұнайдағы асфальтендердің сандық мөлшері оның реологиялық қасиеттеріне байланысты.

"Асфальтендер" ұғымын 1837 жылы Ж.-Б. Буссенго енгізген. Ол спиртке ерімейтін, бірақ скипидарда еритін битум айдаудың қалдығын осылай атады.

Асфальтендер-қайнау температурасы жоғары, қара түсті, сынғыш және қатты заттар. Асфальтен молекулаларының молекулалық массасын бағалау қиын, өйткені олар өздігінен бірігеді. Қазіргі уақытта олардың молекулалық салмағы 500 - 2000 г/моль аралығында болады.

Мұнай генезисі тұрғысынан асфальтендер – мұнайға айналмаған керогеннің қалдықтары. Термокатализге, термолизге және биодegradацияға байланысты мұнайдың бастапқы құрамы өзгереді. Мұнайдың химиялық құрамының қалыптасуына биодegradация процесі үлкен әсер етеді. Ал асфальтендер – бұл процеске аз әсер ететін мұнайдың құрамдас бөлігі. Асфальтендердің жұмсақ пиролизінде (300°C) шығарылған көмірсутектерді зерттей отырып, бастапқы мұнайдың бастапқы химиялық құрамын қалпына келтіруге болады.

Асфальтендердің мөлшері мұнай құрамында сандық жағынан басым емес. Олардың құрамы жеңіл мұнайдағы мөлшерінен тұтқырлығы жоғары 16-20% дейін болуы мүмкін.

Асфальтендер – мұнай дисперсті жүйесіндегі негізгі құрылымдық компоненттер. Олар мұнайды тасымалдау және өңдеу кезінде тұнбалар түзуі мүмкін. Асфальтен ерітінділерінің концентрациялануы мен температураның өзгеруі кезінде мұнай жүйелерін құрылымдайтын ассоциаттар пайда болады [2].

Асфальтендердің құрамының жоғарылауы мақсатты өнімнің шығымдылығын төмендетеді, сонымен қатар катализаторды уландырады. Көп жағдайда мұнайдың тұтқырлығы аздау болса, асфальтендердің құрамы да аздау болады, асфальтендердің тұнуы тұрақсыз. Бұл ұнғымалардың, жер үсті жабдықтарының, құбырлардың бітелуіне әкеледі және тазарту, жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін қосымша инвестицияларды қажет етеді. Сонымен қатар, асфальтендер қабаттың сулануына және су-мұнай эмульсияларының

тұрақтылығына үлкен әсер етеді. Асфальтен компоненттері әртүрлі ерігіштігі бар қосылыстардың қоспасы екені белгілі.

Асфальтендер мұнай эфирінде, пентанда, изопентанда, гександа, гептанда, этил спиртінде, этил эфирінде ерімейді. Зертханалық жағдайда мұнайдан асфальтенді тұндыру үшін мұнай эфирі мен n-гептан қолданылады. Асфальтендер бензол, толуол, пиридин, күкіртті көміртек, көміртегі тетрахлориді, хлороформ, циклогексан, жоғары молекулалы хош иісті көмірсутектер мен шайырлар сияқты еріткіштерде ериді. Бөлінетін асфальттендердің саны мен сапасына еріткіштің табиғаты үлкен әсер етеді. Асфальтендер төмен молекулалы алкандарда аз ериді.

Асфальтендер 200-300°C температурада тұтқыр пластикалық күйге ауысады, ал 290-300 °C температурада сұйық көмірсутектер, газ және кәдімгі еріткіштерде ерімейтін қатты кокс қалдықтарына ыдырайды және бөлінеді.

Асфальтендердің құрамында тұздардың, күл түзетін компоненттердің, металл -, азот -, оттегі - және құрамында күкірт бар қосылыстардың негізгі мөлшері бар екені белгілі. Мысалы, түймедақ мұнайының қалдықтарынан алынған асфальтендерде барлық ванадийдің 58,5% және барлық никельдің 54,0% шоғырланған. Ал самотлор мұнайының қалдықтарынан бөлінген асфальтендерде 0,0325-0,0549% ванадий бар. Асфальтендердің ең химиялық белсенді бөлігі олардың құрамына кіретін порфириндер болып табылады. Парафиндер мен шайырлар асфальтендер тұнбаларының түзілуіне белсенді қатысушылар болып табылады. Бұл мұнайдағы асфальтенді біріктіру процестерін зерттеу практикалық қызығушылық тудыратын өзекті мәселе екенін дәлелдейді.

Мұнай дисперсті жүйесі қасиеттері күрделі құрылымдық бірліктердің құрылымымен, мөлшерімен және құрамымен сипатталады. Күрделі құрылымды бірліктер хош иісті полициклді моноқабаттардан жасалған асфальтендер деп аталады, олар үш өлшемді құрылымды құрайды. Күрделі құрылымды бірліктер – ядро мен ядроны қоршап тұрған сольват қабығынан тұратын асфальт-шайырлы қосылыстардан түзілетін супрамолекулалық құрылымдар. Ядро – бұл белгілі бір қалыңдығы, реттілігі және беріктігі бар жоғары молекулалы қосылыстардың ассоциациясы. А сольватты қабат дисперсиялық орта бөлшектерінің адсорбциясы негізінде, фазалардың бөліну шекарасында жоғары молекулалы қосылыстардан көмірсутектер мен гетероатомдық қосылыстар түзіледі.

Сольватты қабаты неғұрлым қалың болса, мұнай дисперсті жүйесі құрылымдық-механикалық беріктігі соғұрлым төмен болады, өйткені сольватты қабықшалар мұнай дисперсті жүйесі компоненттерін бір-бірінен алыстатады.

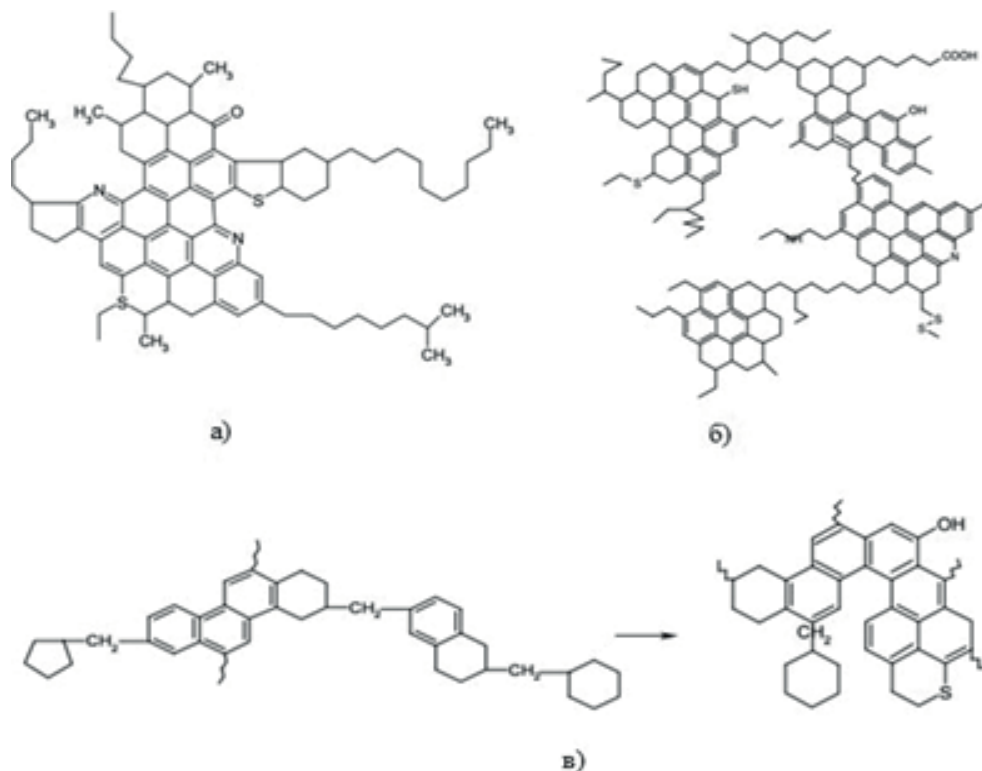
1961 жылы Т. Йен асфальтендердің тізбектік моделінің құрылымын ұсынды. Рентгендік дифракция арқылы зерттелген асфальтендер кристалды құрылымға ие және бір-бірінен қашықтығы 0,36 нанометр болатын 4-5 қабат бумаларынан, ал бума құрылымдарының диаметрі 0,9-1,7 нанометрден тұрады.

Асфальтен молекулаларының көптеген белгілі модельдерін талдағаннан кейін олар бірнеше түрге бөлінді (сурет 1).

С.Р. Сергиенконың моделі конденсацияланған арендер циклдарынан тұрады. Бұл модель асфальтендердің термиялық ыдырау кезіндегі сипаттамасын түсіндіреді. Бірақ бұл модель ядролық магниттік резонанс – спектроскопия деректерімен сәйкес келмейді.

Спейт моделі бойынша асфальтендер компактылы поликонденсацияланған құрылымнан тұрады. Масс-спектрометрияға сәйкес, бұл модель периферияда

конденсацияланған хош иісті фрагменттердің орналасуымен ерекшеленеді. Сондай-ақ, бұл модель асфальтендердің молекула үсті қосылыстарды түзе отырып, ароматталған шайырларға адсорбциясын түсіндіреді. Альтгейт моделі метилен тізбектерімен байланысқан жеке конденсацияланған циклоалкан - арен-гетероциклді фрагменттерден тұрады [3].

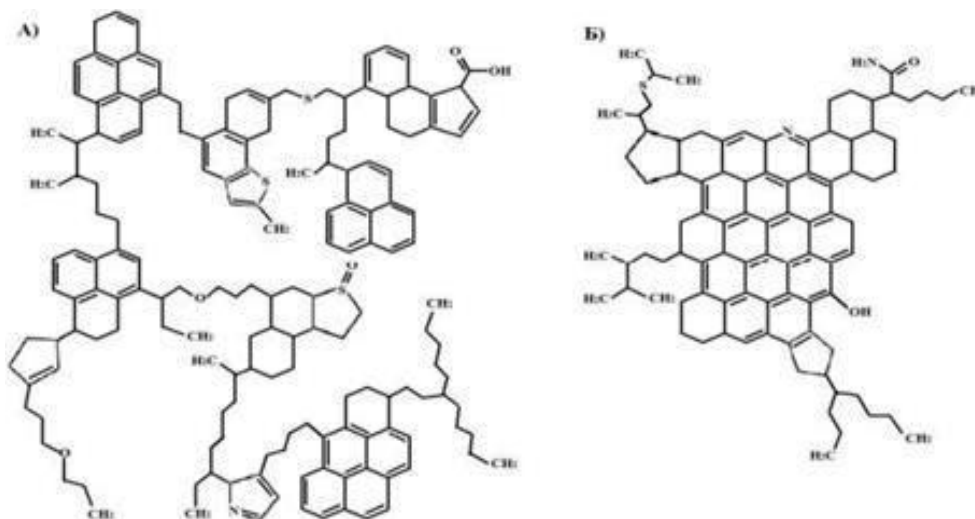


Сурет 1 – Асфальтен молекулаларының гипотетикалық модельдерінің түрлері:  
а – С.Р. Сергиенко моделі; б – Спейт моделі; в - Альтгельт моделі

Битумды байланыстырғыштардың сапасын жақсартумен айналысатын отандық ғалымдар Т. Йен асфальтендерінің моделін қолданады. Рентгендік және электронды-графикалық зерттеулер арқылы асфальтендерді талдау олардың көміртек атомдарының жетілмеген алтыбұрышты жазықтық қаптамасы бар кристалл тәрізді құрылымдар екенін көрсетті.

Асфальтендер – бұл күрделі көп компонентті қоспа, онда фракцияланған кезде әртүрлі физика-химиялық параметрлері бар субкомпонент болады. Бірақ көптеген зерттеулерге қарамастан, асфальтендердің құрамы мен құрылымы толық зерттелмеген [4].

Асфальтендер саласында жүргізілген кең зерттеулердің көмегімен асфальтен молекулаларының екі түрінің – "архипелаг" және "континент" болуы дәлелденді (сурет 2).



Сурет 2 – асфальтендер молекулаларының модельдерінің түрлері:  
А-тип "архипелаг; В-тип "континент"

Асфальтендерді фракциялауға болады, яғни қос еріткіштердің әртүрлі қатынасы арқылы фракцияларға бөлуге болады. Мақала авторы [5] толуол-н-гептан, – толуол - н-пентан қатынасын пайдаланады, ал жұмыста [6] ацетон-н-гептан қатынасын пайдалануды жөн көреді. Қос еріткіштердегі н-алканның минимумы болған кезде асфальтен ерітіндісінен түсетін фракция ауыр, ерімейтін, полярлы сипатталады. Қазіргі уақытта бұл фракция А1 деп белгіленеді, ал бұл фракцияны құрайтын молекулалар А1 типті молекулалар болып табылады. Н-алканның максималды құрамымен түсетін асфальтендердің фракциялары жеңіл, еритін, полярлы емес деп сипатталды. Бұл фракция А2 деп аталады, ал сол фракцияның молекулалары А2 типті молекулалар. Мақаласының нәтижесі бойынша [5], А1 фракциясы тығыз, жылтыр, қара ұнтақпен сипатталады. Олардың молекулалық салмағы жоғары және хош иісті факторы бар, атомдық қатынасы төмен Н:С және олардың құрамына жоғары конденсацияланған хош иісті қосылыстар кіреді. А2-күңгірт қоңыр бөлшектер. Бұл фракция жоғары арақатынасқа ие: С және салыстырмалы түрде төмен ароматтылық факторы.

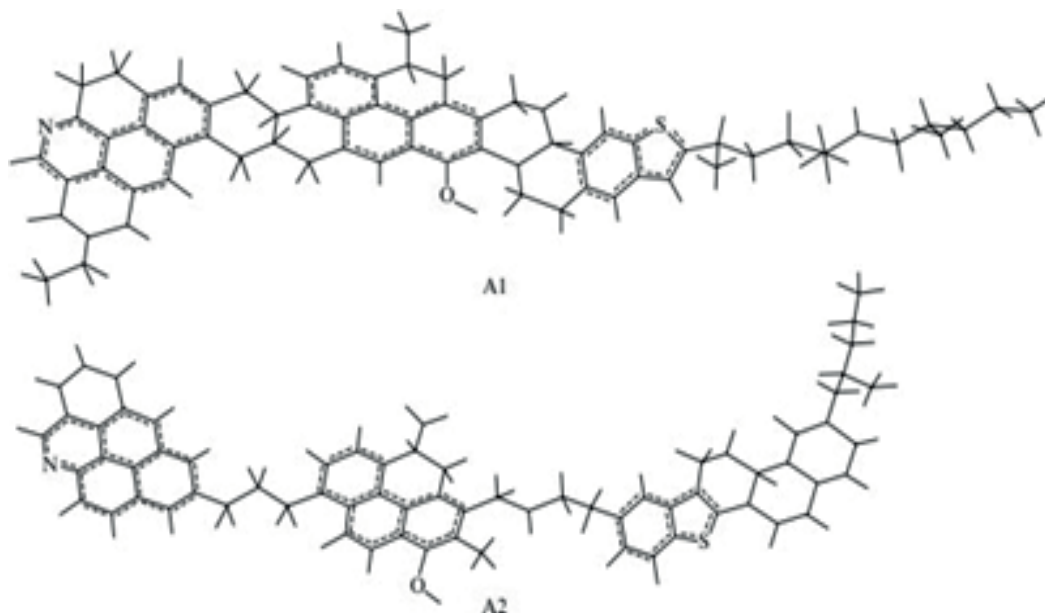
Мақала авторларының пікірінше [5, 7] асфальт фракцияларының сипаттамасында ароматтылық фактор ең жақсы параметр емес. Жоғары ароматты асфальтендермен жүргізілген зерттеулер олардың еркін радикалдар мен гетероатомдық белсенді орталықтардың көбеюімен сипатталатынын көрсетеді. Бұл бос радикалдардың өзара әрекеттесуіне байланысты шайырлардың адсорбциясына әкеледі, сонымен қатар шайыр молекулалары мен асфальтендердің функционалды топтары арасында сутектік байланыстар түзіледі.

Жұмыста [5, 7] толуолдағы А1 және А2 фракцияларының ерігіштігі сипатталған. Олардың үлкен айырмашылықтары бар екендігі көрсетілген. Зерттеушілер бұл тек молекулалық салмақтағы айырмашылықтарға байланысты емес, ароматтылық факторы, сонымен қатар полициклді ядролардың қосылу әдісіне байланысты деп болжайды.

Ғалымдар өз жұмыстарында [5, 9] мұнайдың өзіне тұндырғыш қосып, асфальтен концентраттарын фракциялауды жүргізді. Зерттеу көрсеткендей, А1 фракциясы асфальтендердің түсуіне төзімділігі төмен, сонымен қатар толуол – су бөліну шекарасында



беттік керілудің жоғарылауымен сипатталады. Бұл бірінші фракцияның молекуласында екінші фракцияға қарағанда конденсацияланған ядроның үлесі жоғары екенін көрсетеді.



Сурет 3 – А1 және А2 типті асфальтендер

Әдістеменің авторы [8] фракциялауды келесі схема бойынша жүргізуді ұсынады: 1 г асфальтен үлгісін алып, 28 мл толуолда ерітіңіз, содан кейін 52 мл тұндырғыш – петролейн эфирін қосып, қараңғы жерде бір тәулікке тұндырыңыз. Содан кейін ерітіндіні сүзіп, Сокслет аппаратындағы бензол ерітіндісімен жуыңыз. Әрі қарай, құрғатыңыз және өлшеңіз. Бұл асфальтендер А1 деп аталады. А1 фракциясы тұндырылған ерітіндіге 228 мл петролейн эфирін қосып, бір күнге салқындату үшін қойыңыз. Әрі қарай, олар да солай жасайды және тұнба алады – бұл 2 фракция. Әрі қарай, сүзгіні кептіру керек. Сүзгіде 3 фракция қалады.

Қазіргі уақытта асфальтендердің пайда болуымен байланысты мәселелер ауыр мұнайды қайта өңдеу технологияларын әзірлеу мен жетілдірудегі негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Осы мақалада келтірілген материал асфальтендердің қасиеттері, құрылымы және фракциялары туралы толық түсінік береді. Асфальтендердің фазалық күйлерінің әртүрлілігі туралы білім соңына дейін зерттелмегеніне қарамастан, бұл саладағы зерттеулер оның өте перспективалы екенін дәлелдейді. Осылайша, асфальтен молекулаларының құрылымдары туралы білім болжау үшін жеткілікті, бірақ, өкінішке орай, жалпы мұнай дисперсті жүйесіне асфальтендердің фазалық өзгерістерін бақылау үшін жеткіліксіз деген қорытынды жасауға болады.

### Әдебиеттер

1. Галимова Г.А., Юсупова Т.Н., Ибрагимова Д.А., Якупов И.Р. Состав, свойства, структура и фракции асфальтенов нефтяных дисперсных систем // Вестник технологического университета, 2015.

2. Пустолайкина И.А., Байкенов М.И., Кочегина Е.В., Халикова З.С., Әбсәт З.Б., Кәрімова Ә.Б. Мұнайлы асфальтендердің құрылысын және тотықсыздандыру қабілетін

квантты-химиялық зерттеу // Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті. Серия«Химия». - 2011. - №2(62).

3. Асфальтены [Электронды ресурс] <https://neftegaz.ru/tech-library/neftekhimiya/141944-asfalteny/>

4. Магомедов Р.Н., Припахайло А.В., Фотеева Л.С., Марютина Т.А. Метод выделения асфальтенов из состава нефти путем их осаждения в среде сверхкритического диоксида углерода // Химия и технология топлив и масел. - 2019.

5. Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н., Романов Г.В. Асфальтеновые наноагрегаты: структура, фазовые превращения, влияние на свойства нефтяных систем // Успехи химии. - 2011. - Т. 80. - № 10. - С. 1034-1050.

6. Buenrostro-Gonzalez E., Andersen S.I., Garcia-Martinez J.A., Lira-Galeana C. // Energy Fuels. - 2002. - №16. - P.732.

7. Acevedo S., Castro A., Negrin J.G., Ferna Ândez A., Escobar G., Piscitelli V., Delolme F., Dessalces G. // EnergyFuels. - 2007. - № 21. - P.2165.

8. Tojima M., Suhara S., Imamura M., Furuta A. // Catal. Today. - 1998. -.№ 43. - P. 347 .

9. Fossen M., Sjublom J., Kallevik H., Jakobsson J.// J. Dispers. Sci.Technol. - 2007. - №28. - P. 193.

## ПРОДУКТЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СПИРТОВ К ЭТИЛ-2-ЦИАНАКРИЛАТУ ПО ДВОЙНОЙ СВЯЗИ И НАНОКАПСУЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ

**В.Г. Харитонов, Д.В. Куприянова**

Научные руководители: **Дятлов В.А., доцент**

**Хотина И.А., д.х.н.**

*РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва*

*ИНЭОС им. А.Н. Несмеянова РАН, Москва*

*e-mail: elinor.ktk@gmail.com*

**Аннотация.** Цианакриловые полимеры обладают рядом уникальных свойств, делающих их незаменимыми при конструировании нанокорпускулярных носителей. Настоящая работа посвящена синтезу и изучению основных химических и физических характеристик продуктов обратимого присоединения жирных спиртов по сильно поляризованной двойной связи этил-2-цианакрилата и нанокорпускулярных носителей со сшитой твердой оболочкой на их основе.

### **Введение**

Полимеры на основе эфиров 2-цианакриловой кислоты обладают уникальными свойствами. В качестве главной способности цианакриловых мономеров можно выделить способность полимеризоваться по анионному механизму в присутствии слабых нуклеофилов. Еще одно важное свойство - способность полимеров к биоразложению внутри организма, это обуславливает то, что такие полимеры возможно безопасно использовать в качестве носителя лекарственных средств, без риска тяжелых осложнений для организма [1-3].

Отличительной особенностью нанокапсул на основе поверхностно-активных аддуктов является способность проникать внутрь живых клеток по механизму слияния мембран, минуя стадию фагоцитоза с последующим процессингом содержимого капсулы лизосомальными ферментами.

### **Обсуждение результатов**

В качестве исходных веществ для получения олигомеров использовали поверхностно-активные продукты реакции присоединения по двойной связи в кислой не водной среде этил-2-цианакрилата с жирными спиртами – гексиловым, октиловым, дециловым и додециловым. В качестве донора протона использовали 2-цианакриловую кислоту (ЦАК), которая хорошо растворима в обоих реагентах.

Для подтверждения протекания реакции присоединения были проведены ЯМР  $^{13}\text{C}$  и ПМР спектроскопия и MASS-MALDI спектрометрия для всех полученных соединений, а именно этилового эфира 2-циано-3-(гексилокси)пропановой кислоты, этилового эфира 2-циано-3-(октилокси)пропановой кислоты, этилового эфира 2-циано-3-(децилокси)пропановой кислоты, а также этилового эфира 2-циано-3-(додецилокси)пропановой кислоты.

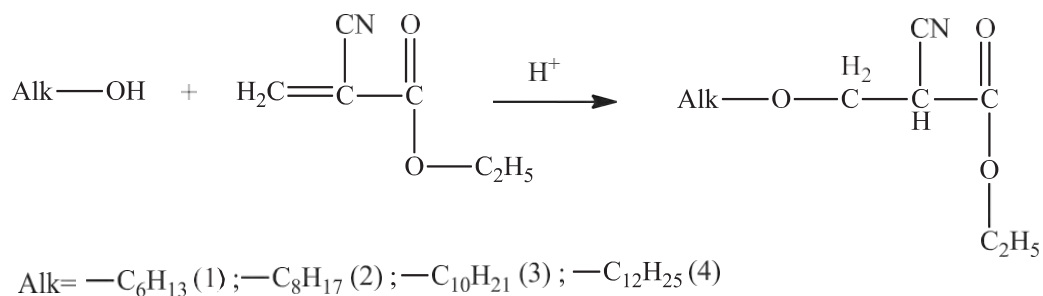


Схема 1 – Реакция присоединения жирного спирта по двойной связи к этил-2-цианакрилату

Характерной особенностью полученных соединений является их способность отщеплять спирт при гидролизе с образованием олигомеров по следующей схеме 2:

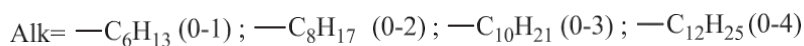
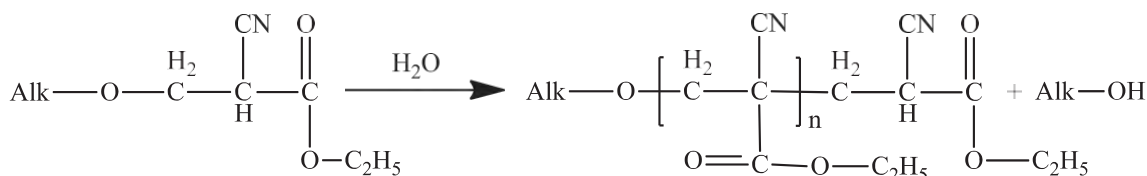


Схема 2 – Образование олигоэтил-2-цианакрилата с отщеплением спирта в водной среде

Образующийся олигомер содержит концевой алифатический гидрофобный радикал, таким образом указанные выше аддукты практически являются поверхностно-активными веществами, способными к самоорганизации с последующим формированием твердых нанокорпускулярных носителей.

В зависимости от условий получения их форму можно изменять от сплошной наночастицы до полых капсул, создание которых требует использования двухфазной водной системы дисперсной среды.

При возрастании длины алифатического радикала следовало ожидать увеличение среднего диаметра капсул. Графические результаты этого исследования представлены ниже в виде диаграммы.

### Литература

1. Dae Hee Park, Sung Bum Kim, Kwang-Duk Ahn, Eui Yong Kim, Young Jun Kim, Dong Keun Han. In vitro degradation and cytotoxicity of alkyl 2-cyanoacrylate polymers for application to tissue adhesives // Journal of Applied Polymer Science. - 2003. - Vol. 89. - P.3272-3278. - <https://doi.org/10.1002/app.12452>.

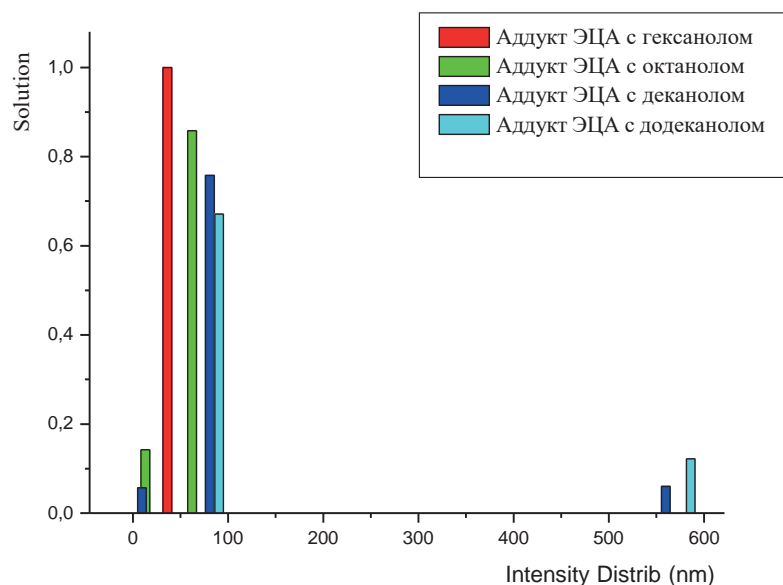


Рисунок 1 – Результаты исследования частиц полиэтил-2-цианакрилата методом динамического светорассеяния

2. O'Connor J.T. Acrylic Ester Polymers, 2-Cyanoacrylic Ester Polymers // December 2000  
In book: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. - DOI: 10.1002/0471238961.0325011415031514.a01

3. Tseng Y.C., Tabata Y, Hyon SH., Ikada Y. In vitro toxicity test of 2-cyanoacrylate polymers by cell culture method // Journal of Biomedical Materials Research. - 1990. - Vol. 24(10). - P.1355-1367. Journal of Biomedical Materials Research, Part 2. - 1990. - Vol. 24. - P. 1355-1367. - <https://doi.org/10.1002/jbm.820241007>

## НАПРАВЛЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ МОЛЕКУЛЫ ЭМОДИНА НА ОСНОВЕ ЕГО МОНОЗАМЕЩЕННОГО ПРОИЗВОДНОГО, СОДЕРЖАЩЕГО АЦЕТОНИЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

**Т.В. Харламова**

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова». Алматы  
e-mail: kharlamovav@mail.ru*

**Аннотация.** Производные антрахинона представляют собой самую большую группу природных хинонов. Модификация структуры 9,10-антрахинона по гидроксильной группе является эффективным подходом для синтеза различных соединений и появлению новых свойств полученных молекул. Взаимодействием 1,6,8-тригидрокси-3-метилантрахинона (эмодин, франгула-эмодин) с бромацетоном был получен продукт по  $\beta$ -гидроксильной группе молекулы. В работе рассматриваются варианты вторичной химической модификации синтезированного продукта с учетом реакционной способности заместителей. Показано, что введение заместителя с реакционноспособной карбонильной группой расширят синтетические возможности получения новых соединений, что было продемонстрировано на примере взаимодействия с рядом азотсодержащих производных. Реакционная способность гидроксильных групп 1,8-дигидрокси-3-метил-6-О-ацетонилантрахинона оценена на примере взаимодействия с рядом ангидридов и хлорангидридов карбоновых кислот. Структура полученных продуктов подтверждена комплексом спектральных методов исследования.

Природа является неисчерпаемым источником новых веществ имеющих разнообразную биологическую активность [1, 2]. Природные соединения играют важную роль в лечении и профилактике многих болезней человека. В качестве источника биологически активных веществ могут выступать различные объекты, такие как растения, морские организмы, водоросли, наземные микроорганизмы и др.. Их значение в современной медицине обсуждалась в различных научных исследованиях и обзорах, а также оценивался их потенциал в лечении ряда заболеваний, например в антибактериальной [3, 4], противогрибковой [5–8], противоопухолевой [9–11], противовирусной терапии, включая anti-HIV [12], anti-COVID-19 [13, 14] и др. Природные соединения, содержащиеся в различных объектах, могут выступать не только в качестве ценных источников биологически активных веществ, но и использоваться в качестве базовых структур для их химической модификации и синтеза на их основе новых веществ.

Антрахиноны представляют собой группу полифенольных вторичных метаболитов, большинство из которых вырабатываются высшими растениями, грибами, включая виды *Aspergillus*, лишайниками, а также и даже некоторыми насекомыми. В высших растениях антрахиноны широко распространены и могут быть обнаружены в виде агликонов или в виде гликозилированных форм [15]. Их можно найти во всех частях растений: корнях, корневищах, плодах, цветах и листьях.

Эмодин (1) представляет собой природный агликон антрахинона, также известный как 1,6,8-тригидрокси-3-метилантрахинон, и состоит из антраценового кольца

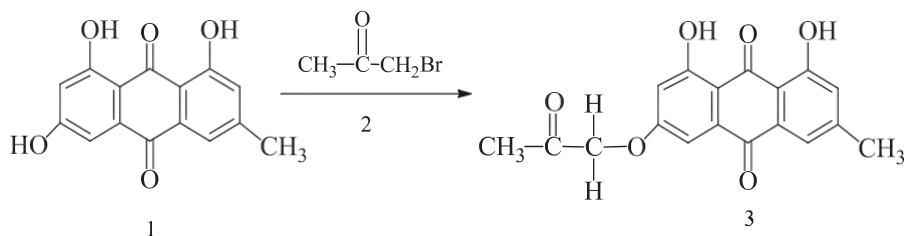


(трициклического ароматического) с двумя кетонowymi группами, в положении при С9 и С10. Эмодин (1) обнаружен у 94 видов растений из самых разных семейств, а его основными источниками являются растения семейств *Fabaceae*, *Polygonaceae*, *Rhamnaceae*, *Fabaceae*. *Rhamnaceae* (*R. palmatum* L., *R. tanguticum* Maxim. ex Balf., *R. officinale* Baill., *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc., *Polygonum multiflorum* Thunb., *Cassia obtusifolia* L., *Cassia tora* L. и *Rhamnus* spp.) [15, 16]. Это соединение встречается как в свободном виде, так и в виде гликозидов, восстановленных и димерных форм. Эмодин (1) вырабатывается как в вегетативных тканях, так и в репродуктивных органах. В вегетативных тканях эмодин играет роль в защите от абиотических стрессов, таких как высокая интенсивность света. Он выступает в качестве сдерживающего фактора и противомикробного агента против патогенов растений [17]. Высокая концентрация эмодина (1) в незрелых плодах важна как механизм защиты от насекомых и патогенов [18].

Исследования биологической активности эмодина (1) показало, что он обладает широким спектром фармакологических свойств [16–20]. Так, выявлено антиоксидантное [19], противовоспалительное [16, 20], противоопухолевое, гепатопротекторное, противомикробное действие [16–20]. В то же время, токсикологические исследования показывают, что злоупотребление эмодином (1) может вызывать побочные эффекты, такие как гепатотоксичность и нефротоксичность [21, 22].

С точки зрения разработки лекарств структурная модификация биологически активного вещества – это путь улучшения физико-химических, биохимических и фармакокинетических свойств, а также повышения эффективности и селективности. Эмодин (1) представляет уникальную матрицу для синтеза структурно разнообразных производных ввиду наличия различных по реакционной способности гидроксильных заместителей, ароматического ядра и карбонильных групп [23, 24].

Для выделения и наработки эмодина (1) были использованы подземные органы (корни и корневища) щавеля тьяншанского (*Rumex tianschanicus* A. Los). Известно, что реакционная способность гидроксильных групп в  $\alpha$ - и  $\beta$ -положениях антрахиноновой системы различна, ввиду их способности образовывать водородные связи. В работе это свойство использовано для введения по  $\beta$ -ОН эмодина (1) фрагмента содержащего карбонильную группу, путем взаимодействия с бромацетоном (2).

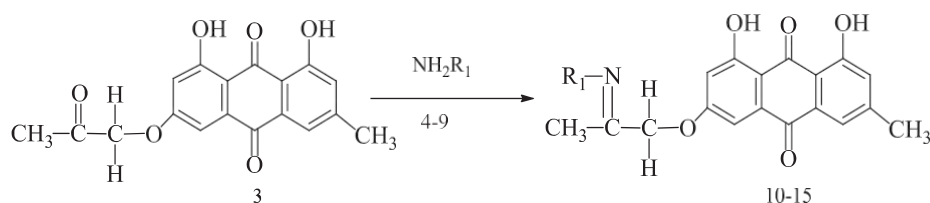


Для ИК-спектра синтезированного производного (3) характерно отсутствие полосы поглощения при  $3390\text{ см}^{-1}$  характерной для  $\beta$ -гидроксильной группы эмодина (1). Полосы валентных колебаний карбонильных групп, расположенные в 9,10-положениях прописываются при  $1672\text{ см}^{-1}$  и  $1632\text{ см}^{-1}$ , а валентным колебаниям карбонильной группы ацетонильного заместителя соответствует полоса при  $1736\text{ см}^{-1}$ . В ПМР-спектре проявляются сигналы ароматических  $\alpha$ - протонов и  $\beta$ -протонов, протоны метильной группы присоединенной к ароматическому кольцу (2,48 м.д. (3-CH<sub>3</sub>)). Сигналы протонов,

относящиеся к  $\alpha$ -гидроксильным группам дают синглетный сигнал при 12,22 м.д. и 12,03 м.д., а сигнал  $\beta$ -ОН отсутствует. Вместо него, в ПМР-спектре обнаруживаются сигналы протонов заместителя 6-положения. Протонам метильной группы соответствует синглетный сигнал при 2,27 м.д., а протонам -CH<sub>2</sub> - сигнал при 5,09 м.д.

Полученное полифункциональное производное эмодина (3) содержит несколько реакционных центров. Это химически неравноценные карбонильные группы, ароматическая антрахиноновая система, гидроксильные группы, которые можно использовать для вторичной модификации молекулы. Анализ литературных данных показывает, что взаимодействие 1,8-дигидрокси-3-метил-6-О-ацетонилантрахинона (3) с гидроксилмином и производными гидразина может сопровождаться образованием нескольких теоретически возможных продуктов реакции. Образование оксимов и гидразонов возможно по карбонильным группам антрахинонового ядра в положениях 9 и 10 (С-9,С-10) и карбонильной группе заместителя находящегося в 6 положении. Для оценки реакционной способности карбонильных групп были проведены квантово-химические расчеты 1,8-дигидрокси-3-метил-6-О-ацетонилантрахинона, так и для его предполагаемых оксимов, продуктов взаимодействия (3) с гидроксилмином по карбонильным группам в положении 9 и 10 и карбонильной группе ацетонильного заместителя. Расчеты проводились с полной оптимизацией всех геометрических параметров (длины связей, валентные и торсионные углы) изолированных молекул. Были рассчитаны полные энергии и теплоты образования оксимов по которым можно судить об их относительной стабильности.

Подтверждением расчетов являются проведенные синтезы с гидроксилмином (4), фенилгидразином (5), 2,4-динитрофенилгидразином (6), семикарбазидом (8), тиосемикарбазидом (9) проходящие по более реакционноспособной карбонильной группе ацетонильного заместителя.



Так, в ИК-спектрах синтезированных соединений (10-15) отсутствует полоса поглощения 1736 см<sup>-1</sup> соответствующая валентным колебаниям карбонильной группы ацетонильного фрагмента, а вместо нее идентифицируются валентные колебания введенных азотсодержащих заместителей.

Реакционная способность гидроксильных групп 1,8-дигидрокси-3-метил-6-О-ацетонилантрахинона (3) оценена на примере взаимодействия с рядом ангидридов и хлорангидридов карбоновых кислот. Структура синтезированных соединений подтверждена данными спектральных методов исследования.

## Литература

1. Newman D.J., Cragg G.M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. // J. Nat. Prod. - 2020. - Vol.83(3). - P.770-803. - DOI: 10.1021/acs.jnatprod.9b01285.

2. Mayer A.M.S., Pierce M.L., Howe K., Rodríguez A.D., Tagliatalata-Scafati O., Nakamura F., Fusetani N. Marine pharmacology in 2018: Marine compounds with antibacterial, antidiabetic, antifungal, anti-inflammatory, antiprotozoal, antituberculosis and antiviral activities; affecting the immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanisms of action // *Pharmacological Research*. - 2022. - Vol. 183. - P.106391. - DOI: 10.1016/j.phrs.2022.106391.
3. Silva L.N., Zimmer K.R., Macedo A.J., Trentin D.S. Plant natural products targeting bacterial virulence factors. // *Chem Rev.* – 2016. - Vol. 116 - P. 9162-236. - DOI: 10.1021/acs.chemrev.6b00184
4. Dai J., Han R., Xu Y., Li N., Wang J., Dan W. Recent progress of antibacterial natural products: Future antibiotics Candidates. // *Bioorganic Chemistry*. - 2020, Vol. 101,- P.103922. - DOI: 10.1016/j.bioorg.2020.103922.
5. Nami S., Aghebati-Maleki A., Morovati H., Aghebati-Maleki L. *Biomed Pharmacother.* - 2019. - Vol. 110. - P. 857-868. - DOI: 10.1016/j.biopha.2018.12.009.
6. Scorzoni L., Sangalli-Leite F., de Lacorte Singulani J., Alves de Paula e Silva A.C., Costa-Orlandi C.B., Fusco-Almeida A.M., Soares Mendes-Giannini M.J. Searching new antifungals: The use of in vitro and in vivo methods for evaluation of natural compounds. // *Journal of Microbiological Methods*. - 2016, Vol.123. - P. 68-78. - DOI: 10.1016/j.mimet.2016.02.005.
7. Arif T., Bhosale J.D., Kumar N., Mandal T.K., Bendre R.S., Lavekar G.S., Dabur R. Natural products – antifungal agents derived from plants. // *Journal of Asian Natural Products Research*. - 2009 - Vol.11(7). - P. 621-638. - DOI: 10.1080/10286020902942350
8. Kumar A., Khan F., Saikia D. Exploration of Medicinal Plants as Sources of Novel Anticandidal Drugs. // *Curr. Top. Med. Chem.* - 2019. - Vol.19(28). - P.2579-2592. - DOI: 10.2174/1568026619666191025155856.
9. Mominur Rahman, Rezaul Islam, Shopnil Akash, Sheikh Shohag Limon Ahmed, Fatema Akte Supti, Abdur Rauf, Abdullah S.M. Aljohani, Waleed Al Abdulmonem, Anees Ahmed Khalil, Rohit Sharma, Muthu Thiruvengadam // *Naphthoquinones and derivatives as potential anticancer agents: An updated review* // *Chemico-Biological Interactions*, 2022. - Vol. 368. - P.110198. - DOI: 10.1016/j.cbi.2022.110198.
10. Karati D., Kumar D. Exploring the structural and functional requirements of Phyto-compounds and their synthetic scaffolds as anticancer agents: Medicinal chemistry perspective. // *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. - 2022. - Vol. 4, - P.100123, - DOI: 10.1016/j.prmcm.2022.100123
11. Siddiqui A.J., Jahan S., Singh R., Saxena J., Ashraf S.A., Khan A., Choudhary R.K. Balakrishnan S., Badraoui R., Bardakci F., Adnan M. Plants in anticancer drug discovery: from molecular mechanism to chemoprevention. // *BioMed Res. Int.* - 2022, - P. 5425485.
12. Popović-Djordjević J., Quispe C., Giordo R., Kostić A., Katanić Stanković J.S., Tsouh Fokou P.V., Carbone K., Martorell M., M. Kumar, Pintus G., Sharifi-Rad J., Docea A.O., Calina D. Natural products and synthetic analogues against HIV: a perspective to develop new potential anti-HIV drugs. // *Eur. J. Med. Chem.* - 2022. - Vol. 233. - Article 114217.
13. Ali S., Alam M., Khatoon F., Fatima U., Elsbali A.M., Adnan M., Islam A., Hassan M.I., Snoussi M., De Feo V. Natural products can be used in therapeutic management of COVID-19: probable mechanistic insights // *Biomed. Pharmacother.* - 2022, - Vol.147. - Article 112658.
14. Siddiqui A.J., Danciu C., Ashraf S.A., Moin A., Singh R., Alreshidi M., Patel M., Jahan S., Kumar S., Alkhinjar M.I.M., Badraoui R., Snoussi M., Adnan M. Plants-derived biomolecules as potent antiviral phytomedicines: new insights on ethnobotanical evidences against coronaviruses. // *Plants*. - 2020. - Vol.9(9). - P.1244.

15. Thomson R.H. Naturally Occuring Quinones III. - New York: Chapman & Hall, 1987. - P. 345-524.
16. Zheng Q., Li S., Li X., Liu R. Advances in the study of emodin: an update on pharmacological properties and mechanistic basis.// *Chin. Med.* - 2021. - Vol.16 (1). - P.102 - DOI:10.1186/s13020-021-00509-z
17. Dong X., Fu J., Yin X., Cao S., Li X., Lin L., Ni H.J. Emodin: a review of its pharmacology, toxicity and pharmacokinetics // *Phytotherapy research PTR.* - 2016. - Vol.30(8). - P.1207-1218. - DOI: 10.1002/ptr.5631.
18. Semwal R.B., Semwal D.K., Combrinck S., Viljoen A. Emodin - a natural anthraquinone derivative with diverse pharmacological activities // *Phytochemistry.* - 2021. - Vol. 190. - Article 112854
19. Rossi M., Wen K., Caruso F., Belli S. Emodin scavenging of superoxide radical includes  $\pi$ - $\pi$  Interaction. X-ray crystal structure, hydrodynamic voltammetry and theoretical studies// *Antioxidants.* - 2020. - Vol. 9(3). - P. 194. - DOI: 10.3390/antiox9030194.
20. Cui Y., Chen L.J., Huang T., Ying J.Q., Li J. The pharmacology, toxicology and therapeutic potential of anthraquinone derivative emodin.// *Chin. J. Nat. Med.* - 2020. - Vol.18 (6). - P.425-435.
21. Lin L., Liu Y., Fu S., Qu C., Li H., Ni J. Inhibition of mitochondrial complex function-the hepatotoxicity mechanism of emodin based on quantitative proteomic analyses // *Cells.* - 2019. - Vol. 8(3), - P. 263. - DOI: 10.3390/cells8030263
22. Wang C., Dai X., Liu H., Yi H., Zhou D., Liu C., et al. Involvement of PPAR $\gamma$  in emodin-induced HK-2 cell apoptosis // *Toxicol. In Vitro.* - 2015. - Vol.29(1). - P.228-233. - DOI: 10.1016/j.tiv.2014.10.021
23. Koerner S.K., Hanai J., Bai S., Jernigan F.E., Oki M., Komaba C., Shutob E., Sukhatme V.P., Sun L. Design and synthesis of emodin derivatives as novel inhibitors of ATP-citrate lyase // *Eur. J. Med. Chem.* - 2017. - Vol. 126. - P. 920-928. - DOI: 10.1016/j.ejmech.2016.12.018.
24. Khan H., Jia W., Yu Z., Zaib T., Feng J., Jiang Y., et al. Emodin succinyl ester inhibits malignant proliferation and migration of hepatocellular carcinoma by suppressing the interaction of AR and EZH2.// *Biomed Pharmacother.* - 2020. - Vol. 128. - P.110244. - DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110244.



**Международной научной конференции  
«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»,  
посвященной 75-летию  
Института химических наук  
им. А.Б. Бектурова и 120-летию  
академика АН КазССР А.Б. Бектурова**

*Издание подготовлено к печати при финансовой поддержке МНВО РК,  
ПЦФ BR18574042*

Подписано в печать 11.05.2023 г. Объем 10 п.л. Тираж 200 экз.  
Заказ №5. Бумага офсетная.

Отпечатано в типографии ИП «Бекетаева А.О.»