

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ, КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.Х.Камысбаев, С.М.Тажибаева

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы

В статье дан обзор научных исследований, проводимых кафедрой аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов КазНУ имени аль-Фараби. Научные направления рассмотрены в тесной взаимосвязи с историей кафедры и личностью ученых, возглавлявших кафедру на разных этапах ее становления и развития. Указаны основные государственные научные программы и гранты, в рамках которых выполняются научные исследования. Отмечены достижения кафедры за последние годы.

Кафедре аналитической химии КазГУ, которая является ровесницей университета, очень повезло в том, что в течение 32 лет (с 1939 года по 1971 год) ею руководил ученый с мировым именем – Михаил Тихонович Козловский. Создатель Казахстанской школы электрохимиков и аналитиков, вошедший в мировую научную элиту как основатель школы амальгамной химии и амальгамной металлургии, он надолго определил основное научное направление кафедры. Научное направление «Химия амальгам» далее было развито в трудах его учеников – А.И.Зебревой, Е.Ф.Сперанской, В.П. Гладышева. Это направление включает в себя исследование кинетики процессов на ртутном, амальгамных и галлиевых электродах и разработку методов разделения и концентрирования элементов, получение веществ высокой чистоты и определение микросодержаний металлов. Практическим приложением этих работ явилось успешное внедрение в производство разработанных на кафедре методов анализа и амальгамных технологий выделения и рафинирования висмута, индия, таллия, свинца, сурьмы и других металлов.

Широкое развитие на кафедре получили работы по изучению влияния поверхностно-активных веществ на электрохимическое поведение металлов в целях совершенствования методов получения и рафинирования металлов, получения покрытий металлами и сплавами различного назначения (М.К.Наурызбаев, Д.К.Мендалиева, В.В.Могильный, С.Е.Батырбекова, Б.Б.Демеев, В.П.Дзекунов, Г.С.Минажева и другие). На основании проведенных исследований по влиянию поверхностно-активных веществ на электродные процессы на ртутном, амальгамных и твердых электродах под руководством профессора М.К.Наурызбаева разработаны и внедрены в производство процессы рафинирования меди на Балхашском и Джезказганском горнометаллургических комбинатах и электроэкстракции цинка на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате, Челябинском цинкэлектродном заводе.

В конце 90-ых годов 20-го столетия на кафедре стали разрабатываться и совершенствоваться технологии по извлечению редких металлов радиогенного осмия и рения из промпродуктов медного производства. Итогом этих исследований явилось то, что постановлением Правительства Республики Казахстан от 16 ноября 2005 года д.т.н., профессору М.К.Наурызбаеву, к.х.н. Э.Р.Ишкенову, ведущему инженеру В.А.Светову присуждена Государственная премия Республики Казахстан в области науки, техники и образования за работу «Комплекс научно-технологических и информационно-аналитических работ, обеспечивающих выход Казахстана на мировой рынок высокотехнологической продукции - рынок стабильных изотопов».

В 1959 г. на базе кафедры аналитической химии по инициативе заведующего кафедрой, академика М.Т.Козловского и декана химического факультета, член-корреспондента АН КазССР Б.А.Беремжанова была организована кафедра химии редких элементов. Со дня организации по 1981 г. кафедрой заведовала член-корреспондент АН КазССР, профессор Ольга Альфредовна Сонгина – крупный ученый, внесший большой вклад в развитие химической науки, образования. Основное научное направление кафедры – химические и

электрохимические методы исследования и анализа редких, цветных, благородных металлов и объектов окружающей среды. Под руководством О.А.Сонгиной проводилась разработка теории и практики метода амперометрического титрования. В развитии этого метода было изучено электрохимическое поведение многих неорганических и серосодержащих органических реагентов-титрантов на различных твердых электродах (платина, золото, графит), разработаны более 80 методик амперометрического определения различных элементов. Разработаны новые методики раздельного амперометрического определения близких по химическим свойствам веществ (В.А.Захаров).

Для исследования электрохимических свойств твердого вещества О.А.Сонгиной и В.Г.Бариковым в 1967 г. впервые в мире был разработан и внедрен в практику научных исследований минерально-угольный пастовой электрод. Метод с использованием такого электрода ныне известен как вольтамперометрия с минеральным угольно-пастовым электродом, твердофазная вольтамперометрия и инверсионная вольтамперометрия твердых веществ. Данный электрод нашел широкое применение для исследовательских и электроаналитических целей во многих научных и учебных институтах ближнего и дальнего зарубежья. Позднее стали развиваться исследования с модифицированными угольно-пастовыми и твердыми электродами (В.А.Захаров, И.М.Бессарабова, Н.С.Шарипова, А.А.Мусабекова).

Проводимые на кафедре исследования равновесий образования однородных и разнолигандных комплексов переходных металлов с полидентатными лигандами (Е.А.Мамбетказиев, А.М.Шалдыбаева, М.У.Абилова) позволили установить закономерности взаимного влияния различных по природе лигандов на их поведение в координационной сфере.

На кафедре химии редких элементов были разработаны химические методы фазового анализа, которые внедрены в практику методик раздельного определения соединений меди, серебра, золота, свинца и других элементов (Х.К.Оспанов, С.Н.Федосов, С.Д.Алимпеева, А.А.Мусабекова и другие).

В 1995 г. кафедра химии редких элементов была объединена с кафедрой аналитической химии в единую кафедру аналитической химии и химии редких элементов.

В 1994 г. по инициативе профессора М.К.Наурызбаева на базе кафедр аналитической химии и химии редких элементов открыт Центр физико-химических методов исследования и анализа (ЦФХМА), в задачи которого входят: разработка новых технологий, способов получения и методов анализа чистых веществ и химических материалов из органического и минерального сырья Казахстана; создание системного аналитического контроля (сертификации) продукции различных отраслей промышленности, сельского хозяйства и объектов окружающей среды. Причем, круг научных проблем, решаемых Центром, постоянно расширяется.

С созданием и развитием ЦФХМА наблюдается многовекторное развитие научной деятельности кафедры. Во-первых, традиционные научные направления кафедры трансформировались в соответствии с приоритетными национальными программами. Во-вторых, благодаря оснащению Центра современными приборами и оборудованием значительно выросло число выполняемых финансируемых проектов и число студентов, магистрантов, докторантов, участвующих в выполнении научных исследований на платной основе. Это способствует трансформации кафедры в признанный исследовательский центр.

В проекте «Интеллектуальная нация 2020» Президент Республики Казахстан Н.А.Назарбаев отметил, что путь к формированию интеллектуальной нации лежит через систему образования, соответствующую мировым стандартам, развитие науки, служащей основой инновационной экономики. Наиболее эффективно эту триединую задачу может решать исследовательский университет, на пути к которому находится КазНУ им. аль-Фараби.

О важности и актуальности фундаментальных и прикладных исследований, выполняемых в настоящее время на кафедре, свидетельствует тот факт, что исследования

ведутся по приоритетам инновационной индустриализации страны, а также по направлениям, которые могут оказать большое влияние на научно-технологическую картину мира.

Так, ученые кафедры выполняют исследования по программе фундаментальных исследований «Разработка научных основ новых технологий и создание перспективных материалов различного функционального назначения», а также по программе «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан», имеющих важное значение для иновационно-индустриального развития страны.

В настоящее время традиционные исследования по электрохимии, проводимые на кафедре, существенно изменили свои направления в связи с общим развитием электрохимии в мире, а также конкретными нуждами индустриального развития Казахстана. Это такие направления, как разработка технологий получения новых композиционных материалов электрохимическими методами, совершенствования характеристик химических источников тока и использование для этих целей нанотехнологий. Так, в результате исследований по проекту «Разработка технологии синтеза наноструктурированных композиционных материалов для высокоэффективных топливных материалов» (Научные руководители: М.К.Наурызбаев, А.П.Курбатов) предлагается новый способ формирования наноструктур путем модифицирования поверхности углерода в электрохимических системах для аккумуляции энергии с литиевым и водородным электродами и создание новых электродных материалов путем модификации недорогого углеродного материала для химических источников тока (ХИТ) и топливных элементов.

По проекту «Разработка и реализация технологии создания наноструктур для эффективных электрохимических преобразователей энергии» (А.П.Курбатов) показано, что на поверхности подложки формируются тонкие слои наноструктурированных композитов, участвующие в процессе электрохимической интеркаляции лития. Глубокое понимание электрохимического поведения лития, и особенно природы и механизмов переноса заряда в тонких углеродных слоях и образующихся на поверхности пленках и интеркаляционных структурах, позволит использовать эти значения и в интерпретации многих других электрохимических процессов, где образование новой фазы на поверхности электрода, как правило, игнорируется. Эти результаты можно использовать при создании новых электродов в литиевых источниках тока. В проекте «Разработка и реализация технологии электрохимического формирования фрактальных наноструктур и материалов для усовершенствования производственных процессов» (Д.Х.Камысбаев, А.П.Курбатов) развито представление о формировании фрактальных наноструктур электрохимическими методами и использовании их для создания электродов высоко эффективных электрохимических преобразователей. Эти результаты расширяют наши знания о взаимосвязи размеров и форм металлических кластеров и их свойств. Эти данные можно использовать при разработке электродных материалов с развитой поверхностью для химических источников тока. Новизна проекта «Разработка основ создания композиционных материалов с использованием электрохимических реакций» (Д.Х.Камысбаев, А.П.Курбатов) заключается в нестандартности самого направления: использование наноструктур в электрохимических технологиях, а также в новом подходе к расчетам, позволяющим оценить энергетическую выгодность интеркаляции. Полученные результаты можно использовать при подборе электродов в литиевых источниках тока, а также при изучении природы и морфологии пассивирующей пленки на поверхности электродов при катодном выделении лития.

В результате исследований по проекту «Разработка научных основ получения чистых металлов, новых сплавов и композиционных материалов с заданными свойствами на основе цветных и черных металлов» (М.К.Наурызбаев, Э.Г.Конакбаева, Б.Б.Демеев) разработан методологический подход для электролитического осаждения многокомпонентных сплавов с заданными свойствами, развивающие теоретические представления об электроосаждении многокомпонентных сплавов из водных электролитов.

В проекте «Кинетика и механизм электрохимических процессов на электродах разной природы с участием цветных, редких и редкоземельных металлов» (Р.Н.Матакова, Г.Л.Бадавамова) впервые для инверсионно-вольтамперометрического исследования разряда-ионизации свинца, меди и кадмия применен новый твердый композиционный электрод. Полученные результаты могут быть использованы на практике для экспрессного, высокочувствительного определения следовых содержаний (менее 10^{-4} М) названных металлов в различных объектах.

При выполнении проекта «Исследование кинетики и механизма электрохимических реакций с замедленной стадией разряда-ионизации и реакций, осложненных процессами комплексообразования, в условиях адсорбции поверхностно-активных веществ» (А.М.Шалдыбаева) исследован механизм электровосстановления комплексов металлов при высоких степенях заполнения поверхности электрода инертными по отношению к реагирующим ионам ПАВ. Полученные результаты исследований дают ключ к пониманию и осмыслению влияния ПАВ на различные электродные процессы и могут быть использованы при подборе состава электролитов для нанесения электрохимических покрытий в гальванотехнике, при электроэкстракции металлов и их рафинировании.

На основании исследований по проекту «Ингибирование процессов коррозии и наводороживания металлов и их математическое моделирование». (Б.Д.Буркитбаева) с использованием метода снятия поляризационных кривых и гравиметрического метода выявлены высокоэффективные ингибиторы коррозии и наводороживания стали и получена математическая модель процессов коррозии.

Наряду с электрохимическими исследованиями на кафедре хорошее развитие получили исследования в области создания новых материалов и композитов различного функционального назначения на основе углерод-минерального сырья Республики Казахстан. Так, на основе исследований по проекту «Создание новых наноструктурированных материалов и композитов на основе углерод-минерального сырья РК» (М.К.Наурызбаев, С.А.Ефремов) разработаны методы получения наноструктурированных материалов и композитов. Получены ультрадисперсные углерод-минеральные порошки для получения наноструктурированных материалов. Исследована структура и активность углеродных наноструктур на основе шунгитового углерода. Получены адсорбенты для процессов концентрирования тяжелых и благородных металлов, а так же для очистки спиртоводочной продукции. Показана возможность использования казахстанских шунгитовых пород в качестве заменителя технического углерода при производстве композиционных материалов (на примере резиновых смесей) без изменения технологии их изготовления и с перспективой улучшения физико-механических свойств готовых изделий. На основе исследования по проекту «Разработка условий и получение новых наноструктурированных материалов при производстве катализаторов на основе углерод-минерального сырья Казахстана» (С.А.Ефремов) получены углерод – металлические катализаторы различного функционального назначения на основе концентрата шунгитовых пород с содержанием углерода 40-45%. В этом же направлении по проекту «Разработка научных основ получения сорбентов на основе углесодержащего сырья Казахстана и исследование их физико-химических свойств» (С.А.Ефремов) впервые получены активированный уголь и гидролизный лигнин на основе отходов древесины саксаула черные эффективные для сорбции марганца (II), кадмия (II), никеля (II), цинка (II), серебра (I), родия (III), золота (III).

Одним из развивающихся направлений кафедры является экология. Большой вклад сделан учеными кафедры и ЦФХМА в мониторинг окружающей среды, подверженной воздействию ракетно-космической деятельности. Определены продукты трансформации несимметричного диметилгидразина (гептила) в воздухе, воде, почве и разработаны эффективные методики анализа наиболее токсичных из них (М.К.Наурызбаев, С.Е.Батырбекова, Б.Н.Кенесов и другие). Последние годы эта тематика разрабатывалась по международному проекту МНТЦ К-1482 «Разработка эффективных методов анализа

объектов окружающей природной среды, загрязненных токсичными компонентами ракетного топлива, и создание схемы высокочувствительного биосенсорного модуля на наличие мутагенов»

Очень важным, приоритетным и перспективным направлением на кафедре было и вновь становится в последние годы направление, которое условно можно назвать «Аналитическая химия и технология редких и редкоземельных металлов». В свое время необходимость разработки новых методов разделения и концентрирования металлов привела к созданию научной группы, успешно занимающейся экстракцией цветных и редких металлов, а также созданием экспрессных методик анализа природных и промышленных объектов, содержащих редкие и рассеянные элементы (А.И.Зебрева, М.К.Наурызбаев, Е.В.Злобина). Важность этих исследований особенно возрастает в свете Указа Президента о создании высокотехнологического производства на основе редких и редкоземельных металлов и утверждении республиканской отраслевой программы «Создание и развитие сырьевой базы и высокотехнологичных производств редких и редкоземельных металлов в Республике Казахстан на 2011-2014гг.» Во исполнение этой программы с 2011 года на кафедре начаты исследования по программе «Научно-технологическое обеспечение развития редкоземельной отрасли в Казахстане на 2011-2014 года»:

1.«Разработка электрохимического рафинирования индия и таллия из полиметаллического сырья Казахстана» (Руководитель М.К.Наурызбаев).

2.«Разработка технологии получения чистого скандия из многокомпонентных систем, а также разработка методов анализа скандия, иттрия и циркония с использованием легкоплавких органических реагентов» (М.К.Наурызбаев, Е.В.Злобина).

Также с 2012 года кафедра принимает участие в выполнении Республиканской научной программы «Научно-технологическое сопровождение интенсификация производства золота в Республике Казахстан (32011-2014годы)» по проекту «Оснащение аналитическим оборудованием для повышения качества и точности анализов на золото и другие благородные металлы» (М.К.Наурызбаев).

Таким образом, кафедра становится заметным образовательным и научным центром по химии и технологии редких и редкоземельных элементов.

Свидетельством успешности выполняемых на кафедре работ является тот факт, что оба конкурсных проекта по коммерциализации технологий, финансируемые МОН РК при поддержке Международного банка реконструкции и развития, выигранные КазНУ им. аль-Фараби, выполняются на нашей кафедре:

1. Проект по группе старших научных сотрудников «Создание опытно-промышленного производства наноструктурированных углеродсодержащих материалов для химико-технологических процессов» (Руководитель М.К.Наурызбаев). Сроки 2011-2013гг. Объем финансирования 1,5 млн. долларов США.

2. Проект по группе младших научных сотрудников «Разработка способов получения саможизньющихся композиционных покрытий» (Руководитель А.Ю.Соколов). Сроки 2011-2013гг. Объем финансирования 600 тыс. долларов США.

В 2011-2012 учебном году кафедра аналитической химии и редких элементов объединилась с кафедрой коллоидной химии в кафедру аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов, что привело к взаимному обогащению научного направления. Кафедра коллоидной химии была организована в 1972 году, в течение длительного периода со дня основания по 2009 год ее возглавлял профессор Мусабеков К.Б. Кафедрой коллоидной химии накоплен большой опыт по изучению процессов комплексообразования в системах, содержащих полиэлектролиты и дифильные молекулы. В связи с этим исследования настоящего времени касаются в основном использования процессов комплексообразования на практике.

Одним из прикладных аспектов научных исследований, проводимых школой профессора К.Б.Мусабекова, является решение экологических проблем. Поэтому

подавляющая часть исследований этой школы посвящена разработке методов очистки воды и воздуха, борьбы с ветровой и водной эрозией почв.

В рамках программы «Межгосударственное сотрудничество и международные научно-технические программы и проекты» на 2010-2012 годы по теме: «Разработка научных основ и технологии охраны окружающей среды от вредных воздействий высохшего дна Аральского моря» совместно с учеными МГУ имени М.В.Ломоносова проводятся исследования по разработке технологии закрепления поверхностных слоев почв высохшего дна Аральского моря с целью предотвращения пыле- и солепереноса.

Определены закономерности комплексообразования полиэтиленimina и карбоксиметилцеллюлозы с гуматом натрия. Определены условия структурирования почвы в присутствии индивидуальных полимеров и их комплексов. Обосновано высокое структурирующее действие интерполимерных комплексов гумата натрия и их дефлирующее действие против ветровой эрозии.

Установлены закономерности флокуляции и структурирования эрозионноопасных почв синтетическими полиэлектролитами и их композициями. По кинетике изменения пластической прочности коагуляционной структуры концентрированной суспензии почвы изучено влияние водорастворимых полимеров (ВРП) и их интерполимерных комплексов (ИПК) на структурообразование в этой дисперсии. Установлено, что рассматриваемый процесс является двухстадийным, обусловленным ступенчатым процессом адсорбции: связыванием макромолекул с поверхностью почвы случайными сегментами и конформационными изменениями макромолекул в адсорбционном слое. Впервые изучено влияние ВРП и их ИПК на противозерозионную устойчивость почвы в условиях водной эрозии. Показано, что противозерозионная устойчивость почвы возрастает с ростом концентрации ВРП, что объясняется образованием между агрегируемыми частицами почвы водостойких полимерных образований, соединяющих частицы дисперсной фазы.

В рамках научного гранта «Разработка технологии получения биосорбентов для очистки сточных отходов металлургического производств на основе иммобилизованных клеток микроорганизмов» совместно с кафедрой микробиологии КазНУ (профессор Жубанова А.А.) проводятся исследования по оптимизации условий иммобилизации клеток микроорганизмов на твердых носителях. Полученные таким образом био- и наносорбенты эффективны в качестве сорбентов ионов тяжелых металлов и органических загрязнителей воды, поэтому могут быть использованы для очистки сточных вод металлургических предприятий и химических производств. К настоящему времени определены поверхностные характеристики ряда клеток микроорганизмов (водорослей, дрожжей, органелл растительной клетки), условия их иммобилизации на твердых природных носителях и в альгинатных гелях, адсорбции на них ионов Cu , Ni , Co , Pb^{2+} и Fe^{3+} .

Изучены сорбционные свойства диатомита. Показано, что эффективность сорбционных процессов определяется концентрацией ионов металлов. В интервале концентрации 10^{-5} - 10^{-1} моль/л степень извлечения ионов Cu^{2+} и Pb^{2+} составляет 92,1-15,6 и 91,1-20,3% соответственно. Неполное извлечение ионов металлов связано с избытком ионов металлов по отношению к удельной поверхности адсорбента.

Определены условия иммобилизации клеток микроорганизмов на диатомите. Установлено, что иммобилизация клеток *Pseudomonas mendocina* H3, *Torulopsis kefir* var *kumis*, шт. Т-17 и *Rhodotorula glutinis* var максимална в интервале концентраций ПЭИ 0,01-0,03 осново-моль/л. Дальнейшее увеличение концентрации ПЭИ приводит к снижению эффекта иммобилизации, что объяснено блокированием пор диатомита полимерной пленкой с соответствующим снижением удельной поверхности диатомита и флокулирующим действием ПЭИ на клетки.

Изучен механизм взаимодействия ионов Cu и Pb с клетками микроорганизмов *Pseudomonas mendocina* H3, *Torulopsis kefir* var *kumis*, шт. Т-17 и *Rhodotorula glutinis* var. По влиянию ионов металлов на ξ -потенциал поверхности клеток обнаружены области аномального повышения и снижения отрицательного заряда поверхности, связанные с

биохимической и физико-химической адсорбцией ионов металлов. Повышенное сродство ионов Pb^{2+} к клеткам микроорганизмов *Pseudomonas mendocina* H3, *Torulopsis kefir* var *kumis*, шт. Т-17 и *Rhodotorula glutinis* var обусловлено образованием малорастворимых соединений с фосфат-ионами поверхности. Показано, что области оптимальных соотношений металл – полимер – клетка – носитель достигается степень извлечения ионов Cu, Ni, Co, и Fe^{3+} - 99,8 %, а Pb^{2+} - 96 %.

Путем кислотной и термической активации поверхности бентонитовой глины Таганского месторождения, а также ее модификации полимерами и полимерными ассоциатами разработаны бактерицидные препараты и фильтры для очистки воды р. СырДарьи от патогенных микроорганизмов и тяжелых металлов. Разработаны эффективные способы глубокой очистки шахтной воды Белоусовского полиметаллического месторождения Восточно-Казахстанской области от ионов тяжелых металлов. Предложен оптимальный режим сорбции ионов Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} и Zn^{2+} , обеспечивающий достижение норм ПДК, используемых в рыбохозяйственных целях.

По научному проекту «Разработка научных основ создания новых амфифильных полимеров полифункционального назначения», входящему в программу фундаментальных исследований «Разработка научных основ, новых технологий и создание перспективных материалов различного функционального назначения» проведены исследования по получению амфифильных комплексов, обладающих регулируемым бактерицидным, флотирующим и пенообразующим действием. В исследованиях использовали ряд амфифильных детергентов, имеющих значительный сдвиг гидрофильно-липофильного баланса в сторону гидрофобности: дилаурилдиметиламмония бромид (ДЛДМАБ) и диоктадецилдиметиламмония хлорид (ДОДДМАХ), что обеспечивает высокую солубилизирующую и стабилизирующую способность ПАВ, а сочетание их с полимерами придает композициям устойчивость в средах с различной полярностью. Получены составы с высокой бактерицидной активностью, определена роль адсорбционных и солубилизационных процессов в бактерицидном действии ПАВ-полимер на клетки бактерий *Pasteurella multocida*.

На основании исследования смачивающей и модифицирующей способности ассоциатов полимер/ПАВ получены смеси, обладающие высокой гидрофобизирующей способностью. Испытание на флотирующую способность показало их эффективность при флотации Au и Ag- содержащих руд. При этом эффективность флотации определяется соотношением полимер/ПАВ. В области полимер-ПАВ 1:(1,68-1,35) степень извлечения золота составляет 92,7 %, серебра - 91,0 %.

Перспектива интенсификации многих технологических процессов состоит в управлении энергией поверхности, регулировании свойств наночастиц и нанопор. В этой связи особый интерес представляют исследования по получению топлива завтрашнего дня – концентрированных водо-угольных суспензий, керамических изделий на основе структурированных глинистых дисперсий, магнитных глин медицинского назначения.

В рамках научного проекта «Разработка нового типа водоугольного топлива на основе бурых и каменных углей Казахстана» с целью получения устойчивых водо-угольных суспензий проведены опыты по стабилизации бурого угля Шубаркульского месторождения. В качестве стабилизатора использован сульфанола – отход целлюлозно-бумажной промышленности. Показано, что при введении раствора сульфанола в 30 % суспензию бурого угля в зависимости от концентрации ПАВ протекает и стабилизация, и флокуляция частиц угля. В области концентраций ПАВ 0,1-1 % суспензии угля проявляют довольно высокую устойчивость, однако с увеличением концентрации сульфанола наблюдается тенденция агрегации мелкодисперсных частиц угля.

Сравнение стабилизирующей способности сульфанола с солями жирных кислот – олеатом натрия и стеаратом натрия – показало, что растворы сульфанола несколько уступают традиционным ПАВ. Это обусловлено тем, что содержание полярных групп в составе сульфанола не столь значительно, как в индивидуальных ПАВ, и не обеспечивает

достаточного сродства поверхности угля к воде. В то же время следует отметить, что по вязкости суспензии угля, стабилизированные сульфанолам и олеатом, близки и имеют порядок $(1,8-3,0) \cdot 10^{-3}$ Па·с соответственно. Таким образом, использование сульфанола для стабилизации водоугольной суспензии предпочтительнее ввиду его низкой стоимости и доступности.

Большой цикл фундаментальных исследований, проведенных коллоидно-химической школой, посвящен получению бактерицидных препаратов пролонгированного действия. Показана возможность пролонгирования действия лекарственных веществ и получения бактерицидных препаратов путем их ассоциации с водорастворимыми полимерами их адсорбцией на твердых носителях.

На примере комплексов катионных ПАВ, имеющих значительный сдвиг ГЛБ в сторону липофильности, с полиакриловой и полиметакриловой кислотами, изучен механизм бактерицидного действия ПАВ. Показана доминирующая роль адсорбционных и солубилизационных процессов в нарушении структурной организации гидрофобных областей мембраны клеток, обуславливающая дезинтегрирующее действие комплексов ПАВ на бактерии, в результате чего они погибают.

Получены новые композиции метацида с ПАК, ПМАК и NaKMЦ, обладающие бактерицидной активностью по отношению к ряду микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Ps. aeruginosa* и *Candida albicans*. Разработаны антимикробные активированные угли, которые могут быть использованы для бактерицидной обработки воды в полевых условиях, что особенно важно для экспресс-очистки воды.

Проведен комплекс исследований по подбору оптимальных условий получения иммобилизованных лекарственных форм на основе геля альгината кальция. Исследовано высвобождение циклофосамида из микрочастиц на основе альгината кальция в модельные биологические среды. Рассчитаны кинетические параметры процесса взаимодействия и высвобождения циклофосамида из полимерных нано- и микрочастиц. Показано, что ассоциация в системах физиологически активное соединение (ФАС) - альгинат натрия происходит за счет электростатического взаимодействия карбоксилат-аниона альгината с катионом лекарственного вещества. Установлено, что с увеличением мольного соотношения альгинат / ФАС от 1:1 до 1:4 величина константы скорости диффузии уменьшается от $4,32 \cdot 10^{-5}$ до $1,94 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$.

В сотрудничестве с академиком М.К.Гильмановым на основе везикул сферосомы созданы новые лекарственные средства - противоартритный липосомальный препарат и препарат для понижения внутриглазного давления. Проведены предклинические испытания препарата для лечения сердечно-сосудистых заболеваний – изосорбида динитрата, иммобилизованного в везикулы сферосом.

По проекту «Разработка технологий получения гидрофильной серы (фунгицидного препарата) из отходов газ- и нефтепереработки», финансируемого АО «Фонд науки», изучено получение несслеживаемого гидрофильного фунгицидного препарата путем адсорбционного модифицирования серы поверхностно-активными веществами (ПАВ), водорастворимыми полимерами (ВРП) и минеральными добавками. Получена гидрофильная суспензия серы, которую можно использовать для рационального опрыскивания растений. При этом препарат равномерно распределяется по поверхности листьев, так как капли жидкости имеют хорошую адгезию к обрабатываемой поверхности растений.

В области коллоидной химии биодисперсий успешно развивается еще одно новое научное направление – структурообразование в пищевых системах. Исследования в этой области направлены на оптимизацию условий получения пищевых гелей, уменьшения доли синтетических ингредиентов в составе пищевых продуктов и замены их натуральными компонентами. Установлены закономерности образования структурированных масс на основе желатина, агар-агара и дынной мякоти, которые могут быть рекомендованы для использования в качестве основы жележных кондитерских изделий. Определены механизмы взаимодействия биополимеров и пектинов дынной мякоти с ингредиентами, используемыми

в производстве структурированных пищевых изделий: крахмалом, красителями, сахаром и лимонной кислотой, и условия получения студней с регулируемыми упруго-прочностными характеристиками.

Результаты научных исследований кафедры активно внедряются в учебный процесс. Только в текущем году преподавателями кафедры издано 15 учебных и учебно-методических пособий, в том числе 3 учебника (Аналитикалық химия // Минажева Г.С., Бадавамова Г.Л.; Коллоидтық химия // Мұсабеков Қ.Б., Әбдиев Қ.Ж.; Физикалық және коллоидтық химия //Қоқанбаев Ә.Қ.), имеющих гриф Министерства образования и науки РК.

АНАЛИТИКАЛЫҚ, КОЛЛОИДТЫҚ ХИМИЯ ЖӘНЕ СИРЕК ЭЛЕМЕНТТЕР ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ҒЫЛЫМИ БАҒЫТТАРЫ

Д.Х.Қамысбаев, С.М.Тәжібаева

Мақалада әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің аналитикалық, коллоидтық химия және сирек элементтер технологиясы кафедрасының жүргізетін ғылыми зерртеулеріне шолу жасалған. Ғылыми бағыттар кафедраның даму тарихымен және кафедраның қалыптасуының әр кезеңдерінде оны басқарған ғалымдардың тұлғасымен тығыз байланыста қарастырылған. Ғылыми зерттеулер жасалатын негізгі мемлекеттік бағдарламалар мен гранттар көрсетілген. Кафедраның соңғы жылғы жетістіктері айқындалған.

THE MAIN SCIENTIFIC DIRECTIONS OF ANALYTICAL, COLLOID CHEMISTRY AND TECHNOLOGIES OF RARE ELEMENTS CHAIR

D.H.Kamysbayev, S. M.Tazhibayeva

The paper represents a review of the researches carried out at the chair of analytical, colloid chemistry and technology of rare elements of al-Farabi Kazakh national university. The scientific directions are considered in tight connection with history of the chair and scientists who headed the chair at different stages of its formation and development. The main state scientific programs and grants within which researches carried out are shown. The achievements of the chair in recent years are described.

УДК 620.91

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КРЕМНИЙ ДЛЯ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ

Б. Н.Мукашев¹, А. А. Бетекбаев²

Физико-технический институт МОН РК¹, АО «НАК Казатомпром»², г.Алматы

В М. К.Наурызбаеве удачно сочетаются талант организатора и учёного, который позволил ему создать современный центр по анализу материалов и выполнить исследования в различных областях химии и её приложений. В настоящее время принят к реализации проект KazPV по организации в республике промышленности по производству кремниевой солнечной фотоэнергетики, важной отрасли возобновляемой энергетики, и центр является одним из соисполнителей проекта. Разработанные М. К. Наурызбаевым с сотрудниками методы анализа уже используются в производственных процессах технологии получения и очистки металлургического кремния для фотоэнергетики.

Введение

Полупроводниковая фотоэнергетика (ПФЭ) является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей энергетики [1-3]. Ежегодное увеличение её установленных мощностей до 2007г в среднем составляло почти 50% [3,4]. В 2008, 2009 гг предприятиями ПФЭ было выпущено продукции, соответствующей мощности 5.49 и 7.9 Гватт (Гига-10⁹), а в 2010 г и 2012 г общая установленная мощность ПФЭ должна достигнуть 12 и 23,72 Гватт [5-7]. Базовыми элементами (ПФЭ) являются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), преобразующие солнечную энергию в электрическую. В настоящее время более 80 % ФЭП