

среда" (1994 г., авторы В.И.Гергалов, Е.П.Петряев), таблица-справочник "Периодическая система элементов" (1995 г., 2-е издание, составители И.Е.Шиманович, В.Ф.Тикавий).

В 1996 г. на факультете при участии Фонда Сороса создан Информационный центр по химическому образованию. Организована работа с одаренными школьниками. Создан так называемый "малый химфак", куда на конкурсной основе принимаются школьники с 7-го класса. Кроме таких традиционных форм работы со школьниками, как проведение олимпиад различных уровней, работы кружка "Юный химик", организуются игровые соревнования между командами школ Минска ("химбои"), что позволяет пропагандировать химические знания среди молодежи и стимулирует работу учителей по совершенствованию уровня преподавания химии в школе.

УДК 541.182.001.5

В.В. СВИРИДОВ, А.И. КУЛАК

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ХИМИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТОНКИХ ПЛЕНОК



Свиридов Вадим Васильевич, академик АН Беларуси, зав. кафедрой неорганической химии. С 1979 по 1993 г. — директор НИИ физико-химических проблем БГУ. Область научных интересов — химия неорганических материалов, химия тонких пленок, фотохимия, химия фотопроцессов. Автор более 400 научных работ, 7-и монографий и учебников.

Кулак Анатолий Иосифович, доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии, зам. директора института общей и неорганической химии АН РБ. Область научных интересов — электрохимия полупроводников, фотоэлектрохимия полупроводниковых гетероструктур и наноструктурированных систем. Автор 160 научных работ.

There are discussed the results of research works in the solid state chemistry, photochemistry and inorganic chemistry conducted in the last ten years in the collaboration between the inorganic chemistry chair of the Chemistry department and two laboratories at the Institute of Physico-Chemical Problems, namely the laboratories of the Thin Film Chemistry and the Chemistry of Photographic Processes. These investigations related to certain problems of chemical and electrochemical deposition of thin films, including nanosized ultradispersed substances and composites. Also, the structure and properties (photochemical, photoelectrochemical) of such systems were studied. The new materials and processes were developed for photographic applications as well as, phototechnology, special and protecting coating, gas sensors and composite catalysts.

Важное направление химии твердого тела и неорганической химии — получение и исследование структуры и свойств неорганических соединений в твердом агрегатном состоянии с определенными структурными особенностями, а также твердотельных систем и композитов, включающих неорганические соединения. Быстрое развитие химии в указанном направлении имеет большое значение для успешного продвижения вперед в создании разнообразных новых материалов, разработке и внедрении новых технологий получения материалов.

В рамках названного направления важное место занимает химия ультрадисперсных и тонкопленочных наноструктурированных систем, которая успешно развивается последние два десятилетия на кафедре неорганической химии и в координирующих с нею исследования лабораториях химии тонких пленок и химии фотографических процессов института физико-химических проблем. Эта работа является логическим продолжением и развитием ранее выполнявшихся на кафедре неорганической химии изысканий в области структурно-химических превращений гидроксидов, начатых под руководством академика Н.Ф.Ермоленко, который заведовал кафедрой с 1943 г. по 1965 г., и в области фотохимии и термически стимулируемых превращений твердых веществ, которые ведутся на кафедре с начала 60-х гг. под руководством академика В.В.Свиридова,

а с 1979 г. и в НИИ ФХП (руководители этих работ в настоящее время – авторы этой статьи).

В последние десять лет работы в области ультрадисперсных и пленочных систем ведутся в рамках четырех взаимосвязанных проблем, охватывающих различные аспекты препаративной химии указанных систем (включая электрохимические методы их получения), фотохимию и фотоэлектрохимию данных систем, изучение структуры и свойств ультрадисперсных частиц металлов и некоторых их соединений, а также наноструктурированных систем на их основе (пленки и керамические структуры), разработку новых областей практического применения изучаемых процессов и систем для получения фотографических изображений, в фототехнологии, для получения функциональных и защитных покрытий, создания новых газовых сенсоров и композитных катализаторов.

1. Фотохимия ультрадисперсных систем; физико-химия процессов формирования в водной среде и регулирования размеров малых частиц металлов, в том числе при получении фотографических изображений; создание научных принципов фотоселективного осаждения металлов

Важным итогом фотохимических исследований явилось обнаружение и установление природы эффекта существенного повышения скорости и глубины фотохимических превращений в ультрадисперсных гетерогенных смесях галогенидов серебра или меди с галогенидами других металлов, что в ряде случаев сопровождается появлением у этих систем фотохромных свойств. Установлена природа ранее обнаруженного на кафедре неорганической химии эффекта фотоактивирования пленочных структур: "малые частицы серебра, меди или некоторых других металлов – иодид свинца или кадмия", который заключается в резком повышении каталитической активности этих систем по отношению к реакциям химического осаждения серебра и меди из водных растворов. На основе этого эффекта реализован ряд лабораторных вариантов получения фотографических несеребряных изображений при чувствительности фотослоев, сопоставимой с чувствительностью галогенидосеребряных слоев высокого разрешения.

Проведено квантовохимическое исследование характера взаимодействия кластеров серебра, образующихся на ранних стадиях фотохимических реакций и реакций восстановления ионов серебра, с компонентами среды, в которых они формируются. На основании результатов этого исследования уточнены представления о природе скрытого изображения в галогенидосеребряных фотослоях. Выявлены особенности фотохимических и фотофизических процессов, протекающих при действии лазерного излучения в ряде квантоворазмерных полупроводников – в сульфидах металлов, иодиде серебра, сложном сульфиде CuInS_2 , в том числе особенности процессов кратковременного фотопросветления и следующего за ним фотопотемнения ряда квантоворазмерных полупроводников при действии на них света в пикосекундном диапазоне длительности воздействия и измерения спектра поглощения. С использованием квантовохимических методов проанализирован характер изменения электронной структуры кластеров ряда квантоворазмерных полупроводников при увеличении количества содержащихся в них молекул до ста и более, когда в этих кластерах уже формируется зонная структура.

Развиты представления о природе превращений в тонкопленочных системах при действии туннельного тока в сканирующем туннельном микроскопе и получен ряд результатов, свидетельствующих о возможности создания под действием туннельного тока на поверхности различных пленок наноструктур с размерами элементов порядка 5–10 нм.

Завершена начатая в 70-х гг. разработка принципов и технологических процессов получения фотографических изображений и селективного осаждения металлов на экспонированные (или, наоборот, неэкспонированные) участки фотослоев на основе различных светочувствительных систем с использованием для проявления реакций химического осаждения неблагородных металлов из растворов. Разработаны технологические принципы фотоселективного получения пленочных структур из меди с задаваемой геометрической конфигурацией на полимерных подложках.

Создано четыре варианта получения на галогенидосеребряных фотослоях (в том числе с уменьшенным до десяти раз содержанием серебра), не имеющих аналогов полихромных (многоцветных) фотографических изображений. Получение таких изображений основано на регулируемом управлении ростом частиц серебра при проявлении, что обеспечивает возможность получения этих частиц с различными размерами, зависящими от энергии излучения, поглощенной различными участками фотослоя. Исследования в области необычных процессов получения фотографических изображений были в 1990 г. отмечены Американским фотографическим обществом медалью им. Косара.

Исследование закономерностей роста и трансформирования серебряного изображения под действием реагентов привело к разработке принципов и ряда технологических процессов усиления фотографических изображений за счет окислительно-восстановительных реакций диспергирования такого изображения. Этот вид усиления обеспечивает повышение чувствительности промышленных фотоматериалов до десяти раз при сохранении качества изображений, а также возможность уменьшения содержания серебра в фотослоях без ухудшения их свойств в несколько раз.

Установлена возможность существенного повышения чувствительности промышленных фотоматериалов при использовании предложенного модифицированного проявления в растворах, в которые дополнительно вводятся в различных сочетаниях компоненты, повышающие каталитическую активность малых центров проявления, ингибирующие каталитическую активность центров вуали, а также растворяющие и модифицирующие поверхностный слой галогенида серебра, вследствие чего увеличивается количество центров проявления, участвующих в формировании изображения, и количество микрокристаллов галогенида, вовлекаемых в процесс проявления. Этот метод проявления обеспечивает повышение чувствительности фотоматериалов в 5–15 раз. Ряд разработанных приемов модифицированного проявления находит применение в медицинской практике для уменьшения лучевой нагрузки на пациентов при рентгенофлюорографических обследованиях, а также применяется при дефектоскопических испытаниях громоздких изделий из металлов.

Одним из итогов выполненных в последние годы исследований явилось установление новых закономерностей процессов формирования и роста малых частиц серебра при фотографическом проявлении с участием растворимых соединений серебра. Выполненное электрохимическое исследование химической активности и каталитических свойств малых частиц серебра, формирующихся при электрохимическом восстановлении ионов Ag^+ , позволило выяснить характер влияния условий осаждения и адсорбированных примесей на указанные свойства и структуру малых частиц серебра. На основании полученных результатов развита идея о возможной роли в процессе фотографического проявления наногальванических пар, которые могут образовываться в зернах фотоэмульсии, включающих частицы серебра, а также частицы более сложного состава с различной электрохимической активностью. Установлено, что повышение потенциала, при котором происходит формирование малых частиц серебра, приводит к тому, что эти частицы оказываются в неравновесном состоянии и проявляют склонность к образованию наноструктурированных фрактальных группировок, обладающих специфическими каталитическими свойствами. Эти структуры, находясь на поверхности электродов, могут вызывать колебательный режим протекания некоторых электрохимических реакций окисления. Кроме того, им присуща способность "концентрировать" каталитическую активность в узких интервалах изменения потенциала, при котором протекает окислительная реакция, что создает предпосылки для создания высокоселективных и специфичных электрокатализаторов. Выполнено компьютерное моделирование электрохимических колебательных процессов изучавшегося типа.

Выявлены особенности формирования и пути регулирования размера малых частиц различных металлов, образующихся при химическом восстановлении соединений этих металлов в растворе. Установлена возможность и разработана методика получения волокнистого ферромагнитного никеля при его осаждении в растворе в магнитном поле. Найдены новые подходы к повышению стабильности растворов, содержащих восстановитель и восстанавливаемые ионы металла, что расширяет возможности использования этих растворов для фотографического проявления и проведения операций селективного

и неселективного осаждения различных металлов на диэлектрические и проводящие подложки.

Использование электрохимических методов показало, что реакции химического осаждения протекают по электрохимическому механизму только на поверхности достаточно крупных частиц восстанавливаемого металла, на ранней же стадии механизм реакции не связан с параллельно протекающими анодным процессом окисления и катодным — восстановлением.

Исследования проводились под руководством В.В.Свиридова, Г.А.Браницкого и С.К.Рахманова большой группой сотрудников института и кафедры неорганической химии (М.В.Артемов, В.В.Беленков, Т.Н.Воробьева, Т.В.Гаевская, В.С.Гурин, Е.И.Василевская, Т.П.Каратаева, Г.М.Корзун, Н.И.Кунцевич, Н.В.Логонова, Г.А.Пагойша, А.Л.Порач, Л.П.Порач, Д.Л.Руткевич, О.В.Сергеева, В.Д.Сташенок, В.Н.Хвалюк и др.).

2. Исследование процессов формирования металлических и оксидных пленок химическими и электрохимическими методами и их свойств в качестве защитных и функциональных покрытий

Исследование закономерностей и механизма реакций химического осаждения, о чем уже говорилось, стимулировало появление интереса к проведению сравнительного исследования процессов химического и электрохимического осаждения металлов и сплавов в виде тонких слоев, которые могли бы выполнять роль защитных, декоративных и функциональных покрытий. Эти исследования велись главным образом с целью выявления возможностей и конкретных путей регулирования состава и свойств покрытий. Найдены условия получения пленок никель-бор с различным содержанием бора при их химическом осаждении из растворов, в состав которых в качестве восстановителя входит борогидрид, и при гальваническом осаждении из растворов, в которых содержится способное к каталитическому разложению, но устойчивое в воде производное бороводородов. Установлен характер процессов формирования боридов никеля при прогреве этих пленок, найдены условия получения коррозионностойких и износостойких пленок никель-бор. Разработанные технологические процессы получения этих пленок нашли широкое применение в заводских условиях при изготовлении печатных плат взамен пленок золота. Показана возможность заметного увеличения твердости пленок никель-бор при введении в них в процессе осаждения небольших количеств ультрадисперсного алмаза.

Исследованы в сравнительном плане структура и свойства сплавов никель-вольфрам и никель-молибден, получаемых химическим и электрохимическим восстановлением. Найдены условия получения пленок твердых растворов Ni-W и Ni-Mo неравновесного состава, содержащих до 56 вес.% вольфрама и до 44 вес.% молибдена, характер изменения микроструктуры и механических свойств пленок этих сплавов при увеличении содержания в них вольфрама и молибдена. Разработаны технологии получения износостойких пленок сплавов в производственных условиях.

Наряду со сплавами Ni-W и Ni-Mo исследовались также электролитические сплавы на основе никеля и меди, содержащие соосажденные олово и цинк. Установлено, что в сплавах Cu-Sn и Ni-Sn неравновесного состава в отличие от сплавов, содержащих W и Mo, структурные превращения происходят при низкой температуре.

Существенное практическое значение имеют разработанные варианты технологических процессов химического осаждения меди и никеля на различные подложки, обеспечивающие получение пленок различной толщины с хорошей адгезией к подложке. Установлено, что хорошая адгезия к поверхности непористых полимерных пленок типа полиимида обеспечивается лишь в случае создания при осаждении условий для образования нанокompозитного тонкого слоя полимера, в котором распределяются частицы активатора, катализатора и осаждаемой меди. Разработаны принципы технологии химической металлизации без использования драгоценных металлов. Полученные результаты являются научной основой для тонкого регулирования процессов изготовления покрытий из металлов и сплавов с разнообразными свойствами — защитными, декоративными, функциональными. Разработанные технологии получения покрытий смогут обеспечить изготовление в республике разнообразных изде-

лий из полимеров, покрытых слоем металла, взамен изделий из цветных металлов.

К циклу электрохимических исследований, выполнявшихся и выполняемых в нашем коллективе, относятся и начатые более десяти лет назад работы по использованию плазменно-электрохимических методов для получения оксидных покрытий. Выявлены возможности и условия управления фазовым составом, структурой и механическими свойствами оксидных покрытий, формирующихся на поверхности алюминия и его сплавов при электрохимическом окислении металла в различных электролитах, сопровождаемом появлением ионов водорода. Показано, что в этих условиях из растворов, содержащих соединения титана, циркония и ванадия, формируются покрытия на основе оксидов индивидуальных металлов или представляющие собой гетерогенные композиты "осаждаемый оксид – оксид алюминия".

Исследование электрохимических процессов с использованием электродов на основе алюминия позволило также создать целый ряд технологических процессов получения окрашенных в различные цвета оксидных покрытий на алюминии и его сплавах, представляющих собой пористый оксид алюминия, в котором поры заполняются наночастицами различных металлов, оксидов и других соединений, придающих покрытию определенную окраску. Несколько таких методов нашли практическое применение. Одним из итогов исследования электродных процессов на поверхности оксидированного алюминия явилась разработка принципов изготовления магнитных материалов для систем перпендикулярной магнитной записи, представляющих собой анодные пленки оксида алюминия, поры которого заполнены ферромагнитными столбчатыми наноструктурами из металлов восьмой группы. Еще один результат этого направления относится к разработке принципов изготовления рисунков на основе окрашенного оксида алюминия путем электрохимического осаждения неорганических пигментов в поры оксида на облуженных участках его поверхности.

В последние годы в рамках исследований в области электрохимического синтеза получен ряд принципиально новых результатов, связанных с особенностями электрохимического осаждения пленок халькогенидов металлов. Найдены условия получения монослоев халькогенидов путем последовательного подпотенциального осаждения металлов на электроды из благородных металлов и трансформирования в халькогенид этих слоев при электрохимическом осаждении на них соответствующих халькогенидов. Установлена также возможность получения сверхструктур, состоящих из тонких слоев твердых растворов двух халькогенидов с изменяющимся составом при переходе от одного слоя к другому. Эти результаты открывают перспективу создания новых поликристаллических полупроводниковых сверхструктур с регулируемым составом.

Рассмотренные результаты получения пленок получены группой сотрудников кафедр неорганической химии и института (Т.В.Гаевская, Т.Н.Воробьева, Л.И.Степанова, Г.Л.Щукин, Е.А.Стрельцов, В.Г.Соколов, А.В.Семешко, А.Л.Беланович, Л.С.Цыбульская, В.П.Бобровская и др.) под руководством проф. В.В.Свиридова.

3. Исследование процессов формирования золь-гель методом и с использованием других химических методов, структуры и свойств наноструктурированных оксидных и металл-оксидных пленочных и керамических систем. Создание на основе этих систем газовых химических сенсоров и катализаторов на носителях

Интерес к гидроксидным системам и получаемым из них оксидам различного состава, которые изучались на кафедре неорганической химии в 50–60-е гг., возродился в конце 70-х гг., когда начались исследования в области химии тонких пленок и стал расширяться круг поисков областей их применения за пределами фотографической химии. Итогом этих работ, с одной стороны, явились разработки усовершенствованных по сравнению с описанными в литературе методик получения оптически прозрачных прочных пленок ряда оксидов путем гидролиза алкоксидов, с другой же стороны – разработка новых подходов к получению пленок и керамических структур простых и сложных оксидов, а также композитов "оксид–мелкие частицы металла" из золь, содержащих соответствующие гидроксиды.

Помимо тонкопленочных систем оксид–металл, получаемых из зольей гидроксидов, исследовались также пленочные системы того типа, которые получались из смесей резинатов различных металлов с солями благородных металлов. Таким способом можно получать катализаторы, представляющие собой тонкий слой композита “оксид–металл” на поверхности обычного носителя. Исследования показали, что в такого рода системах частицы металлов характеризуются существенно большей термической стабильностью по сравнению с системами, представляющими носитель, пропитанный перед прокаливанием раствором соли наносимого металла. Показана перспективность использования многих такого рода систем в качестве термостабильных катализаторов различных реакций.

В рамках поисков новых подходов к получению катализаторов исследовались и каталитические системы, представляющие собой керамику из прокаленного слоистого алюмосиликата, включающую распределенные в ней малые частицы серебра. Такого рода системы оказались пригодными для использования в качестве промышленного длительно функционирующего термостабильного катализатора окисления метилового спирта в формальдегид. Систематическое исследование особенностей структурных превращений в композитах оксид–металл позволило выявить ряд закономерностей взаимодействия между оксидом и частицами металла, определяющих повышение стабильности некоторых валентных состояний благородных металлов, включая и обычно нестабильные. Обнаружено также новое явление термостимулируемого окисления серебра, сопровождаемое включением Ag^+ в межслоевое пространство в кристаллах алюмосиликата. Показана возможность многократной реализации циклов $Ag(0) \rightarrow (Ag(I)) \rightarrow (Ag(0))$ при прогреве катализатора последовательно в окислительной и восстановительной атмосфере. Эти процессы обеспечивают длительное сохранение активности катализатора окисления метилового спирта в процессе его эксплуатации. Явление термостимулируемого окисления малых частиц серебра было обнаружено и при изучении системы $Ag - Al_2O_3$. Рассмотренные результаты открывают перспективу создания нового класса стабильных катализаторов на носителях.

Основное внимание при изучении свойств оксидных систем, получаемых рассмотренными способами, было уделено установлению возможности их функционирования в качестве активных элементов химических газовых термокаталитических и полупроводниковых сенсоров. Эти исследования позволили выявить ряд составов оксидных и металл-оксидных систем, обеспечивающих значительную чувствительность и удовлетворительную селективность сенсоров при определении горючих газов, разработать серию термокаталитических и полупроводниковых сенсоров различного назначения, которые более пяти лет изготавливаются малыми сериями и находят практическое применение, а также установить роль частиц металлов в составе активных элементов сенсоров, которые, как оказалось, выполняют своеобразную функцию, свойственную катализаторам, и активируют процессы электронного обмена между определяемыми газами и полупроводником.

Исследования оксидных и металл-оксидных систем велись и ведутся под руководством Г.А.Браницкого и В.В.Свиридова сотрудниками кафедры и института М.И.Ивановской, С.Н.Мальченко, М.В.Байковым, Н.Н.Горошко, Е.Ю.Батян, В.В.Романовской, Д.Р.Орликом и др.

4. Фотоэлектрохимия пленок полупроводников и молекулярно-организованных систем

В результате систематического исследования закономерностей фотоэлектрохимических процессов в полупроводниковых электродных системах обнаружены новые механизмы фотоотклика, специфичные для полупроводников (TiO_2 , WO_3 , Bi_2O_3 , CdO , NiO , Cr_2O_3 , $BiOBr$, $BiOI$) с выраженной энергетической и структурной неоднородностью. Показано, что в системах такого рода, а также в гетероструктурах на их основе, включающих малые частицы металлов, органические красители, электрополимеры, в условиях совместного действия света и электрического поля важную роль играет латеральный обмен фотоиндуцированными зарядами между фрагментами гетероструктуры, различающимися по энергетическому положению образуемых ими поверхностных электронных со-

стояний. Использование механизмов латерального переноса зарядов, принципов управления электрокаталитической активностью участков структурной неоднородности полупроводника, других обнаруженных эффектов влияния поверхности микрон неоднородности на кинетику электронного межфазного переноса позволило предложить ряд новых принципиальных подходов к повышению фоточувствительности и спектрального диапазона фотоотклика полупроводниковых гетероструктур и молекулярно-организованных систем на их основе. В частности, для целей органического фотоэлектрохимического синтеза показана перспективность использования гетеросистем, включающих монокристаллический кремний и защитно-каталитический слой на основе оксидов хрома и сурьмы, распределенных в диоксид-титановой матрице, а также (в процессе фотоокисления диоксида серы) композиционных пленочных структур на основе полианилина. Такого рода пути повышения эффективности фотоэлектрохимических процессов были использованы для оптимизации параметров систем фотоэлектрохимической и фотокаталитической конверсии солнечной энергии.

В рамках исследования свойств сложных молекулярно-организованных систем установлены закономерности электрохимического поведения наноструктурированных систем, представляющих собой электрически связанные (перколяционно либо за счет образования двумерного электронного газа) пироуглеродные нанокластеры, сформированные в полимерных матрицах путем имплантации высокоэнергетических ионов. Исследование фотоэлектрохимических свойств гетеросистем данного типа позволило обнаружить эффекты фотоэлектрохимической памяти, заключающиеся в фотоиндуцированных долговременных, обратимых изменениях электро-, фотоэлектрохимических, люминесцентных и оптических параметров полупроводниковых электродов. На основании эффектов такого рода предложен новый тип реверсируемых систем регистрации оптической информации, обладающих высокой фоточувствительностью и разрешающей способностью, возможностью многократного циклирования "запись-считывание-стирание" и электрического управления этими процессами при совместимости регистрирующей системы с традиционными полупроводниковыми системами первичной обработки информации. Кроме того, использование сочетания присущих таким системам специфических релаксационных, фотоэлектрохимических и частотно-фазовых характеристик позволило предложить ряд хемотронных и сенсорных систем нового типа (фотоэлектрохимические диоды с памятью, датчики с фотоэлектрохимическим детектированием, электролюминесцентные сенсоры-оптроды и др.).

В качестве дополнительного фактора воздействия на кинетику электрохимических процессов в рассматриваемых электродных системах использовался ультразвук (в режиме, вызывающем кавитационные эффекты). Обнаружено инициированное кавитацией существенное (на 1–2 порядка) увеличение скорости электронного межфазного переноса в результате локальных импульсных модуляций энергии реорганизации среды в приэлектродной области. Использование данного эффекта в сочетании с другими принципами ультразвуковой интенсификации процессов массопереноса и зарядового транспорта позволило разработать комплекс новых акустоэлектрохимических методов обработки металлов, отличающихся высокой точностью и производительностью.

Рассмотренные результаты были получены в институте и на кафедре неорганической химии группой сотрудников (С.К.Позняк, Д.В.Свиридов, И.Д.Макута, аспиранты и студенты) под руководством А.И.Кулака.

За последние десять лет сотрудниками научных коллективов, о работе которых идет речь в данной статье, защищено две докторские и 30 кандидатских диссертаций, опубликованы две монографии, более 300 научных статей, в том числе более 50 в зарубежных журналах, и более 400 тезисов докладов, получено около 100 авторских свидетельств на изобретения и патентов.

В заключение отметим, что имеются все основания для дальнейшего продолжения и развития исследований, которые выполнялись и выполняются взаимодействующими между собой коллективами кафедры неорганической химии и двух лабораторий института. Фундаментальная составляющая этих исследований будет способствовать установлению возможностей и выявлению новых подходов к регулированию структуры, геометрии и свойств наночастиц (в том числе сложного химического состава), образующихся при протекании раз-

личных химических реакций и электрохимических процессов, характера формирования, морфологии и свойств наноструктурированных (в том числе композитных) пленочных систем различного химического состава, а также характера и механизма структурно-химических превращений в указанных системах. Прикладная составляющая исследований будет направлена на решение задач, связанных с разработкой и совершенствованием технологических процессов получения различных наноструктурированных систем, имеющих непосредственное практическое значение.

УДК 542.61 + 547.558 + 615.7 + 661.728

Ф.Н. КАПУЦКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ



Капуцкий Федор Николаевич, доктор химических наук, профессор, академик АН Беларуси, советник министра образования и науки РБ, зав. лабораторией физической химии и модификации целлюлозы. Область научных интересов — физическая химия и модификация природных полимеров (полисахаридов). Опубликовано более 300 научных работ, получено около 200 авторских свидетельств и патентов.

The article deals with the results of the study on structural and chemical modification of natural polymers (cellulose, starch) by processing them with active agents in order to obtain medicinal preparations and technical materials on their basis.

Physicochemical and medicobiological properties of these materials are described, areas of their practical applications are proposed. Some of the proceedings have been developed up to the industrial production of medicinal preparations, which are applied in medical practice.

Одним из основных направлений работы лаборатории физической химии и модификации целлюлозы является создание научно обоснованных подходов к модификации природных полисахаридов и синтезу лекарственных препаратов на их основе. Проводимые исследования можно разделить на две основные группы.

К первой группе относятся исследования по синтезу модифицированных полисахаридов с различными типами функциональных групп, изучение их сорбционной способности по отношению к различным классам лекарственных форм, обладающих значительными преимуществами по сравнению с низкомолекулярными аналогами.

В лаборатории получены многочисленные производные целлюлозы, декстрана, крахмала, амилопектина (фосфат-целлюлоза, диэтиламинооксипропил-целлюлоза, аминокарбоксилцеллюлоза, сульфоцеллюлоза, сульфодекстран и др.). Вместе с тем предпочтение отдано целлюлозе, окисленной двуокисью азота, которая может выполнять роль не только носителя и пролонгатора действия низкомолекулярных лекарственных веществ, но и значительно улучшать свойства препаратов за счет собственной биологической активности. Окисленная целлюлоза обладает гемостатическим действием, рассасывается в тканях организма и стимулирует в процессе рассасывания процессы заживления.

Было установлено, что устойчивость окисленной целлюлозы и препаратов на ее основе существенно зависит от природы растворителя, сорбируемого вещества, pH и температуры процессов сорбции. Результатом этих исследований явился научно-обоснованный подход к синтезу целого ряда лекарственных препаратов пролонгированного действия, которые по своим физико-химическим и механическим параметрам соответствуют всем нормативам, а по эффективности медико-биологического действия существенно превосходят низкомолекулярные аналоги. Так, путем проведения сорбции на окисленной целлюлозе ϵ -аминокапроновой кислоты из ее водно-спиртового раствора получен кровоостанавливающий препарат поликапран. Особенностью поликапрана является полифункциональность гемостатического действия.