

XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии



Краткое вступительное слово сопредседателя секции, акад. Е.Н. Каблова на открытии секции «Химия и технология материалов»

В предыдущем номере «Нанометра» мы познакомили читателей с работой XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, который проходил в Волгограде с 24 по 29 сентября. Отвечая на запросы наших читателей, в этом выпуске мы хотим остановиться более подробно на докладах, представленных членами Секции наук о материалах Российской академии наук на заседаниях секции «Химия и технология материалов», руководимой академиками Ю.Д. Третьяковым и Е.Н. Кабловым. При этом порядок изложения материалов в обзоре отвечает не хронологии представления докладов на съезде, а, скорее, нашим представлениям о методологии синтеза материалов, от прекурсора к конечному продукту.



Большое внимание аудитории привлек доклад научного руководителя Института структурной макрокинетики РАН академика А.Г. Мержанова посвященный научным основам синтеза наноматериалов с использованием метода

высокотемпературного синтеза (СВС). Автор отметил, в частности, что чрезвычайно важной задачей структурной макрокинетики является выяснение локализации зоны образования конечного СВС-продукта по отношению к главной зоне горения, т.е. вблизи фронта или вдали от него. Во втором случае реализуется неравновесный механизм И.П. Боровинской, в котором предполагается существование промежуточного неравновесного состояния продуктов, что, в свою очередь, приводит к разделению процессов горения и фазообразования. При этом зоны горения и структурных превращений разделены



во времени: горение, приводящее к разрушению старой структуры, завершается до того, как начнется образование новой структуры и возникают начальные условия для протекания постпроцессов. Темп остывания продуктов горения влияет на уровень их неравновесности. Известные диаграммы состояния в данном случае не отражают реальное состояние вещества. Существование предельного режима неравновесного структурообразования открывает возможность использования СВС-процесса в синтезе наноматериалов. При этом важную роль играет скорость охлаждения продуктов горения. Автором были приведены многочисленные примеры синтеза наноматериалов на основе карбидов и нитридов методом СВС, а также показана возможность значительного улучшения механических свойств керамических материалов и композитов при использовании СВС-нанопорошков.



Обзорный доклад о фундаментальных научных исследованиях в области получения ультра- и нанодисперсных порошков сделал академик Л.И. Леонтьев. Для этого он и его сотрудники использовали методы газофазной конденсации, термического разложения оксалатов, электрохимического восстановления металла, интенсивной пластической деформации металлов и оксидов.

В ходе работ по созданию теоретических основ синтеза ультра- и нанодисперсных порошков были определены физические параметры процесса зарождения и роста частиц в газовой фазе методом многомасштабного компьютерного моделирования от атомного до макроуровня. При этом результаты моделирования, полученные на одном уровне, использовались в качестве исходных данных для моделирования на следующем уровне масштабирования.

Коллективом под руководством автора был разработан метод газофазного синтеза металлических ультра- и нанодисперсных порошков широкого круга металлов. Было выполнено исследование наноструктурных превращений стальной поверхности в присутствии субмикронных порошков сплавов меди при жестких термомеханических воздействиях. Был развит метод получения нанопорошков металлов путем термического разложения оксалатов.

Разработаны конструкционные порошковые стали с новым композиционным типом структуры, состоящей из крупных сферических частиц железного порошка, связанных по границам мелкозернистыми прослойками на основе нанопорошков.

Академиком Л.И. Леонтьевым и его коллегами была создана также электрохимическая технология производства металлических нанопорошков, состоящие из частиц различной формы (равноосные, усы, тонкие пластинки и т.д.) размером от единиц до тысячных нанометров. Ведутся также работы по получению и изучению структуры и свойств компактных нанокристаллических оксидов, полученных методами сдвига под давлением и ударно-волнового нагружения.



Задачи и научные проблемы плазменной порошковой металлургии были подробно проанализированы в докладе патриарха отечественной порошковой металлургии академика Ю.В. Цветкова (Институт металлургии и материаловедения РАН). В своем сообщении он отметил, что основы плазменной металлургии были заложены выдающимся

русским советским ученым академиком Н.Н. Рыкалиным, в лаборатории которого были созданы первые в СССР технологические плазмотроны. Впоследствии удалось сформулировать основные принципы термодинамики, кинетики и механизма физико-химических процессов, определить условия оптимального конструктивно-технологического оформления процессов плазменного восстановления и синтеза для получения материалов с особыми свойствами.

В настоящее время продемонстрирована возможность получения широкого спектра нанопорошков элементов и соединений. Определен ряд перспективных направлений применения нанопорошков плазменного восстановления и синтеза, в том числе для производства наноструктурных твердых сплавов и режущего инструмента с повышенными эксплуатационными свойствами, создания эффективных покрытий, модифицирования литейных сплавов, интенсификации компактирования и консолидации материалов. Отмечается влияние наночастиц на процессы кристаллизации и рафинирования металла при введении нанопорошков в расплав, которое может приводить к существенному улучшению эксплуатационных свойств металлов и сплавов. Совокупность этих данных позволяет констатировать появление нового научно-технического направления - плазменной нанопорошковой металлургии.



Научные и практические аспекты использования импульсной фотонной обработки в технологии тонких пленок были рассмотрены в докладе академика В.М. Иевлева (Воронежский государственный университет). Импульсное воздействие, осуществляемое при помощи ксеноновых ламп, позволяет варьировать в широких

пределах интенсивность и продолжительность облучения; при этом спектр излучения этих источников (200-1200 нм) значительно шире, чем у лазеров. Весьма эффективным оказалось применение этого метода для контролируемой кристаллизации аморфных сплавов. Формирование кристаллических нановключений в аморфной матрице приводит к существенному улучшению механических свойств металлических пленок и лент. Контролируемое химическое взаимодействие пленок углерода и металлов с кремниевыми подложками, инициированное импульсной фотонной обработкой, позволяет формировать слоистые карбиды и силициды на поверхности кремния. Более тонкое импульсное воздействие дает возможность заметно увеличить адгезию пленок гидроксилата титана к поверхности титана.



В докладе чл.-корр. РАН А.И. Николаева и академика В.Т. Калининкова (Кольский научный центр РАН) были рассмотрены основные научные проблемы реализации новых технологических схем переработки доступного комплексного сырья Кольского полуострова. В регионе необходимо создать всю цепочку производств: от горно-обогатительных до производящих конечную наукоемкую продукцию, включающую стратегические материалы. Последние обеспечивают технологическую и военнополитическую безопасность страны, позволяют не только сохранить высокий сырьевой потенциал региона, но и поднять его на новый уровень с выходом как на российский, так и на мировой рынок.

Результаты выполненных в КНЦ РАН исследований по технологии нетрадиционного сырья Кольского полуострова легли в основу разработки физико-химических основ переработки минеральных концентратов, отходов обогащения руд и др. сырья. Был разработан оригинальный базовый пакет комбинированных схем гидрометаллургического передела, позволяющий выполнить выбор оптимального варианта переработки различных типов сырья, отвечающего любым заданным критериям отбора по номенклатуре и качеству конечной продукции. Перечень конечной продукции включает материалы для электронной техники и других наукоемких производств, сварочные и пигментные материалы, сорбенты, дубители для кож и многие-многие другие. Многие технологии должны реализовываться с участием базовых промышленных предприятий Мурманской области, что может стать основой для диверсификации производства и создания сети малых предприятий. Реализация хотя бы части разработанных технологий может обеспечить в достаточно короткие сроки значительное повышение эффективности использования уникальных природных богатств Кольского полуострова.



Современное состояние другого важного направления материаловедения полимеров – химии и технологии фторполимерных материалов – было эмоционально и подробно охарактеризовано в докладе **академика В.М. Бузника** (Институт металлургии и материаловедения РАН). Фторполимеры образуют особый сегмент полимерного рынка. Их широкое применение основано на ряде уникальных свойств, несвойственных углеводородным полимерам. В докладе были всесторонне рассмотрены методики получения ультрадисперсных порошков политетрафторэтилена (ПТФЭ), основанные на термической, радиационно-механической и лазерной обработке фторполимеров.

Плохая растворимость фторполимеров затрудняет использование жидкофазных приемов, столь широко используемых в химических технологиях. Для устранения этого препятствия используется радиационно-химический метод получения теломерных растворов тетрафторэтилена, которые применимы для нанесения тонких фторполимерных покрытий и получения нанокомпозитов. Другой способ получения покрытий – растворение низкомолекулярных фракций фторполимеров в сверхкритическом диоксиде углерода. Этот метод дает возможность не только наносить сверхтонкие покрытия (до 10 нм), но и покрывать внутренние поверхности пористых микропористых изделий.

В докладе рассматривался также метод фторирования углеводородных полимеров, позволяющий варьировать многие свойства материалов и изделий из них, и обсуждались новые и уже существующие области применения рассмотренных материалов и технологий.



Разработке и применению новых композиционных материалов с уникальными свойствами был посвящен доклад **профессора Г.И. Николаева и академика И.В. Горынина** (ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»). В ЦНИИ «Прометей» были созданы и внедрены в промышленность новые высокопрочные экологически чистые, не требующие масляной смазки антифрикционные углепластики трех классов: эпоксидные, фенольные и полигетероариленовые. Эти материалы превосходят в 10-20 раз по прочности и износостойкости традиционные полимерные антифрикционные материалы, характеризуются размерной стабильностью,

вибростойкостью, способностью надежно работать при воздействии динамических нагрузок и высоких гидростатических давлениях практически с любой смазкой и с контртелами из различных материалов.

Улучшение триботехнических свойств антифрикционных углепластиков достигается модификацией полимерной матрицы и углеродных волокон на молекулярном, нано- и макроуровнях, а также введением дополнительных структурных элементов (нано- и микромодификаторов). На примере эпоксидных матриц и углепластиков УГЭТ авторами показано, что трибохимическую активность эпоксидных полимеров можно изменять на молекулярном уровне направленным регулированием строения исходных компонентов (олигомера и отвердителя) введением в их состав хлора и азота или фосфора и азота. В докладе было рассмотрено влияние различных модификаторов как на нано-, так и на микроуровне. Установлено, что нано- и микромодификаторы способны повысить износостойкость углепластиков в 5-10 раз. Задача снижения коэффициента трения в 2 раза была решена путем модификации углепластиков фторопластом. Был рассмотрен механизм трения и образования нанофторопластовой пленки трения на поверхности фрикционного контакта.

Значительное внимание было уделено теплостойким углепластикам с рабочей температурой 200°C. Такая высокая теплостойкость обеспечивается за счет применения в качестве матрицы ПКМ полигетероариленов, в частности полифениленсульфида. Были приведены результаты триботехнических и прочностных испытаний при температурах до 200°C.



Доклад **директора Института химии высокочистых веществ РАН академика М.Ф. Чурбанова** был посвящен актуальным направлениям исследований в области высокочистых веществ и материалов. Функциональные материалы из высокочистых веществ создают для использования свойств, появляющихся

у веществ после существенного снижения в них содержания единичных примесей или групп примесей. Химия высокочистых веществ – источник информации, необходимой при создании таких материалов.

Актуальные направления исследований определяются задачами по созданию материалов, наиболее



востребованных фундаментальной наукой, наукоемким производством и логикой развития химии высокочистых веществ как раздела фундаментального знания. Важнейшее из них - повышение степени чистоты большого числа простых веществ и соединений. Индивидуальных неорганических веществ известно более миллиона. Степень чистоты многих из них охарактеризована неполно и недостаточна для надежного установления значений примесно-чувствительных свойств.

Большой интерес представляет разработка способов получения моноизотопных элементов с высокой химической и изотопной чистотой. Исследование свойств монокристаллов ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si с содержанием основного изотопа более 99,9 ат.%, полученных гидридным методом, убедительно подтверждает тезис о том, что моноизотопные вещества могут рассматриваться как новые химические индивиды. Они рассматриваются как новые перспективные материалы, в том числе для метрологии, спинтроники и изготовления специальных детекторов. Активным заказчиком новых материалов различных химических классов выступают оптоэлектроника, волоконная оптика, вычислительная техника. Это обусловлено постоянным созданием новых и совершенствованием действующих функциональных устройств, базирующихся на использовании свойств с высокой примесной чувствительностью.



Большое внимание на заседаниях секции «Химия и технология материалов» уделялось новому, быстро развивающемуся научному направлению – материаловедению фотонных и волоконно-оптических материалов. Основные проблемы, существующие в области создания материалов для высокоэффективных волоконных лазеров, были рассмотрены в докладе **чл.-корр. РАН И.А. Буфетова**

(Научный центр волоконной оптики РАН). Постоянные поиски новых активных центров в стремлении расширить полосу оптического усиления и лазерной генерации в световодах за рамки, заданные свойствами ионов редкоземельных элементов, привели к созданию первых висмутовых волоконных лазеров и усилителей. В ходе дальнейших исследований было показано, что висмутовые волоконные световоды с сердцевиной на основе кварцевого стекла, легированного Al_2O_3 , GeO_2 и/или P_2O_5 , позволяют получить оптическое усиление и лазерную генерацию в очень широком спектральном диапазоне от 1150 до 1550 нм. Эффективность созданных висмутовых волоконных лазеров, работающих в непрерывном режиме, в различных частях указанного диапазона длин волн достигает 50%, а максимальная достигнутая выходная мощность превышает 10 Вт. За последний год на основе прогресса в технологии изготовления световодов были впервые созданы висмутовые оптические усилители в диапазоне около 1300-1500 нм, что принципиально решает задачу расширения полосы длин волн излучения, используемой в системах волоконной связи, с соответствующим увеличением их пропускной способности. В то же время автор отметил, что достоверной научной модели висмутового активного центра (ВАЦ), адекватно описывающего имеющиеся экспериментальные результаты, пока не существует.



Более подробно научно-технологические аспекты разработки новых висмутосодержащих материалов для волоконных лазеров были рассмотрены в докладе **чл.-корр. РАН А.Н. Гурьянова** (Институт химии высокочистых материалов РАН). Известно, что в области прозрачности кварцевого стекла у РЗЭ отсутствует люминесценция в диапазоне длин волн 1180-1500 нм. В

связи с этим возникла необходимость в поиске новых активных добавок. В 2001 году японские исследователи обнаружили широкую полосу люминесценции в диапазоне длин волн 1100-1500 нм в стеклах на основе диоксида кремния с добавкой оксида висмута. Волоконные световоды на основе высокочистого кварцевого стекла, легированного висмутом, впервые были получены в результате совместных работ НЦВО РАН и ИХВВ РАН в 2005 году. Для получения световодов использовался метод химического осаждения внутри кварцевой трубки (MCVD-метод), модернизированный для введения соединений висмута. В качестве исходных соединений висмута использовались летучие соединения или растворы солей. Были получены световоды с сердцевиной следующих составов: $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3$ и исследованы их оптические свойства. Исследования показали, что положение полос люминесценции и их ширина сильно зависят от состава стекла сердцевины. На базе разработанных волоконных световодов в Научном центре волоконной оптики РАН получено оптическое усиление и непрерывная лазерная генерация с КПД до 50% (при комнатной температуре) в спектральном диапазоне 1140-1550 нм.



Трудности и проблемы, возникающие на пути от материала к устройству на его основе, подробно проанализированы в докладе директора Института химии твердого тела УрО РАН, **чл.-корр. РАН В.Л. Кожевникова**. Его сообщение «Мембранная технология парциального окисления метана» посвящено разработке новой технологии конверсии природного газа в смесь водорода и монооксида углерода (синтез-газ), основанной на использовании каталитических мембранных реакторов. Центральной частью высокоэффективного реактора для парциального окисления метана является сборка из керамических мембран со смешанной электронно-ионной проводимостью, и наиболее серьезные затруднения для внедрения этой технологии связаны с недостаточной высокой стабильностью и кислородной проницаемостью мембран. Для решения этой задачи авторами предпринят поиск материалов, более устойчивых в условиях ПОМ процесса, чем широко известные перовскитоподобные оксидные кобальтиты.

Предварительные эксперименты показали достаточно интенсивную деградацию мембран и закоксуывание

катализатора. Эти проблемы были частично решены путем оптимизации (i) химического состава мембран, (ii) процедуры приготовления катализатора, (iii) геометрии реактора, (iv) температуры и состава запитывающего газа. Стабильная работа реакторной сборки наблюдалась в течение нескольких тысяч часов при конверсии метана на уровне 95-96% и селективности по CO около 92-95%.



В докладе чл.-корр. РАН А.А. Ремпея (Институт химии твердого тела УрО РАН) был рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с синтезом функциональных наноматериалов на основе карбидов и оксидов переходных металлов и сульфидов тяжелых металлов. Автором показано, в частности, что уменьшение размеров кристаллитов и ОКР карбидов ванадия и вольфрама путем интенсивного механического помола приводит к заметному улучшению свойств твердосплавных материалов, получаемых с использованием этих порошков. Большое внимание было уделено автором проблеме влияния метода синтеза на атомную структуру наноматериалов и их функциональные свойства. Важное значение при формировании комплекса функциональных свойств наноматериалов имеет катионная и анионная нестехиометрия карбидных, оксидных и сульфидных нанопорошков. Это особенно важно для карбидов и нитридов металлов, значительная часть которых является соединениями переменного состава. В докладе приведены также данные исследований *in situ* процессов формирования и роста наночастиц сульфидов в водных растворах с использованием современных методов малоуглового рентгеновского рассеяния.



Сообщение чл.-корр. РАН Е.А. Гудилина (Факультет наук о материалах Московского университета) было посвящено созданию новых диагностических материалов для анализа биологических объектов современным методом гигантского комбинационного рассеяния (ГКР).

Метод позволяет получать информацию о структуре молекул, в том числе в составе живых систем *in vivo*, однако для его использования необходимо создание наноструктурированных подложек, содержащих наночастицы благородных металлов, которые позволяют усиливать сигнал комбинационного рассеяния от определенных биомолекул, входящих в состав клеточных структур.

Для создания наноструктурированных подложек, содержащих наночастицы серебра, использовались методы магнетронного напыления и химического синтеза. При использовании химических методов применялись различные температурно – временные режимы восстановления солей серебра, а также иммобилизация предварительно полученных наночастиц серебра из гидрозолей на микрочастицы – носители. В спектрах поглощения наноструктурированных подложек наблюдалось наличие пика плазмонного резонанса в области 450–500 нм. Получены аналитические ГКР – сигналы при трансмембранной диагностике интактных эритроцитов. Подложки подобного типа в перспективе могут служить элементами так называемых *lab-on-chip*, которые позволят проводить исследование живых клеток и могут найти применение в диагностике ряда заболеваний.



Известный специалист в области материаловедения строительных материалов чл.-корр. РАН Б.В. Гусев (Российская инженерная академия) посвятил свой доклад проблемам повышения прочности и долговечности композиционных материалов типа бетона. Наряду с поиском оптимальной микроструктуры таких материалов, большой проблемой до настоящего времени является разработка адекватной

теоретической модели описания коррозии бетонов, особенно их арматуры.

Выполненный группой Б.В. Гусева анализ показал, что наиболее существенным недостатком существующих моделей является отсутствие учета диффузионного переноса вещества в зону реакции. Действительно, распределенные в матрице химически активные частицы расположены за пределами продольно ориентированных капилляров, и перенос вещества к ним возможен только по системе радиально расположенных микрокапилляров. Авторами разработаны 3D-модели, которые основываются на исследовании процессов с использованием микроструктурного элемента. В частности, получено аналитическое решение для случая атмосферной коррозии. Анализ полученного решения и результатов численного моделирования показал, что использование схемы (3D) позволяет получать качественное и количественное соответствие с экспериментальными данными. При этом количество используемых поправочных коэффициентов или параметров резко сокращается.



Исследования процессов испарения и термодинамических свойств трехкомпонентных боросиликатных систем, содержащих Na_2O , Cs_2O , Rb_2O , MgO , CaO , SrO , BaO , PbO , ZnO и GeO_2 , с помощью методов высокотемпературной масс-спектрометрии были подробно рассмотрены в докладе **чл.-корр. РАН В.Л. Столяровой** (Химический факультет

СПбГУ). В паре над изученными трехкомпонентными боросиликатными системами были найдены различные молекулярные формы такие, как ассоциаты, продукты диссоциации и полимеризации. Показано, что состав пара над указанными системами находится в соответствии с составом газовой фазы, найденным над соответствующими бинарными системами. Корреляции между закономерностями испарения в изученных бинарных и тройных системах и положением оксида-модификатора в Периодической системе Д.И. Менделеева рассмотрены с точки зрения кислотно-основной концепции.

Для моделирования термодинамических свойств трехкомпонентных боросиликатных расплавов была применена обобщенная решеточная теория ассоциированных растворов. На основе этой теории проиллюстрирована корреляция между найденными значениями термодинамических характеристик трехкомпонентных боросиликатных расплавов и числом связей различного типа, образующихся в них. С использованием этого подхода рассмотрены различные степени отклонения от идеальности в изученных трехкомпонентных боросиликатных расплавах.



О больших возможностях экстракционно-пиролитического метода синтеза пленок функциональных оксидных материалов рассказал в своем сообщении **чл.-корр. РАН А.И. Холькин** (Институт общей и неорганической химии РАН). Синтезированы на различных подложках пленки ВТСП-материалов разных составов, сегнетоэлектриков, различных ферритов кобальта, активных материалов –

катодов и анодов для электродов литиевых источников тока, пленок оксида олова для создания газовых сенсоров, а также пленок ультрадисперсного алмаза. Физические характеристики полученных образцов не уступают, а в ряде случаев превосходят характеристики материалов, полученных другими способами.

Метод, разработанный автором и его коллегами, имеет широкие перспективы для получения других материалов, например, тугоплавких простых и сложных оксидных пленок и покрытий, катализаторов на носителях, оболочковых пигментов, литографии и др., а также и при использовании различных методов термического разложения и условий синтеза продуктов (плазменная, лазерная обработка, электронные пучки и т.п.). Метод может применяться для получения покрытий путем пульверизации экстрактов на нагретую подложку. Наконец, для некоторых составов возможно получение

металлов или их сплавов, а также сложных соединений при проведении процесса разложения или синтеза в восстановительной или другой реакционной среде.



О новых исследованиях в области физико-химического анализа оксидных систем рассказал в своем докладе один из классиков этого научного направления, **чл.-корр. РАН В.Ф. Балакирев** (Институт металлургии УрО РАН). Его сообщение было посвящено построению и уточнению фазовых диаграмм систем на основе оксидов марганца и РЗЭ.

Манганиты РЗЭ (RMnO_3 , $\text{R}=\text{La-Dy}$) сорторомбической перовскитоподобной кристаллической структурой с добавками Ca , Sr , Ba , Pb , Bi , Cd обладают магниторезистивными свойствами, а манганиты AMnO_3 ($\text{A}=\text{Sc}$, Y , Ho-Lu) с гексагональной структурой – сегнетоэлектрическими свойствами и поэтому представляют научный и технологический интерес. Построены их субсолидусные равновесные диаграммы состояния «состав-температура (Т-х)» на воздухе и полные – при переменных температуре и давлении оксидов кислорода «Р-Т-х». Построены полные Р-Т-х диаграммы двенадцати вышеуказанных систем, представляющие собой трехмерные фигуры (призмы), которые для наглядности обычно представляются различными проекциями. Исследованы также области гомогенности твердых растворов и гетерогенных композиций с общей формулой $\text{Ln}_{2-x}\text{MnxO}_{3+y}$ ($\text{Ln}=\text{Sc}$, Y , Pr , Nd , Sm-Gd , Ho-Lu ; $0,9 < x < 1,2$) в зависимости от химического состава системы и температуры синтеза на воздухе. При этом показано, что, например, в системе Gd-Mn-O стехиометрический по металлическим компонентам манганит гадолиния $\text{GdMnO}_{3\pm\delta}$ не существует. Вещество, соответствующее этому составу, на воздухе представляет собой смесь двух фаз: твердого раствора $\text{Gd}_{2-x}\text{MnxO}_{3\pm\delta}$ с орторомбической перовскитоподобной кристаллической решеткой и простого оксида гадолиния.



Научные основы и результаты применения оригинального способа механической активации расплавов низкочастотными акустическими колебаниями были представлены в докладе **чл.-корр. РАН Э.А. Пастухова** (Институт металлургии УрО РАН).

Низкочастотные колебания (НЧК) передаются в расплав через графитовый поршень-излучатель, который позволяет при бародинамических нагрузках создавать в нем режим интенсивного перемешивания. Воздействие НЧК может проводиться в широком температурном и временном диапазоне. В результате изменяется состояние расплава перед кристаллизацией, уменьшается размер существующих в расплаве микрогруппировок, интенсифицируются диффузионные процессы, повышается смачиваемость внедряемых частиц твердой фазы матричным расплавом, снижается содержание газов.

Работы с применением НЧК ведутся в направлении получения литых композитов и лигатур. Изучаются

температурные и временные условия воздействия НЧК на медные расплавы при получении литых композитов Cu-Cr₃C₂, Cu-WC, Cu-NbC. Композиты Cu-Cr₃C₂ и Cu-WC создаются замешиванием карбидов в расплав меди, а Cu-NbC – синтезом в нем NbC. При этом разрабатываются технологии получения как градиентно-, так и объемно-упрочненных композитов с различными размерами упрочняющей фазы.



Вопросам адекватного теоретического описания коллоидных взаимодействий в нанодисперсных системах, был посвящен доклад **чл.-корр. РАН Л.Б. Бойнович** (Институт физической химии и электрохимии РАН). Известно, что в зависимости от свойств жидкой прослойки, разделяющей частицы, взаимодействие между ними будет определяться силами различной природы. Для лиофобных частиц, слабо взаимодействующих с

окружающей/дисперсионной средой, основу для расчетов составляет теория ДЛФО. В этой теории основными типами взаимодействий являются Ван-дер-Ваальсовы силы и ионно-электростатические взаимодействия частиц через прослойку электролита. Применение теории в ее классическом виде к наноразмерным частицам имеет ряд серьезных ограничений, в первую очередь благодаря тому, что основные взаимодействия осуществляются между частицами, находящимися на расстояниях, сравнимых с размером частиц. В силу этого часть базовых приближений, используемых в классических подходах, становятся неприменимыми. Так, для расчета Ван-дер-Ваальсовых сил ключевыми становятся эффекты взаимной ориентации, формы и структуры частиц, тогда как для расчета ионно-электростатических взаимодействий приходится отказываться от приближений размазанного заряда и однородности растворителя. В представленном Людмилой Борисовной докладе проанализировано влияние размера частиц в нанодиапазоне на особенности взаимодействия между ними и связанную с этим взаимодействием устойчивость нанодисперсных систем.



С большим обзорным докладом о нанотехнологических аспектах исследований в области радиохимической технологии и радиозащиты выступил руководитель Озерского технологического института НИЯУ МИФИ **чл.-корр. РАН И.Г. Тананаев**. В представленном докладе были представлены основные научные достижения в области производства ядерных

топливных композиций, поиска новых и оптимизации действующих технологий переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), решений проблем обращения с радиоактивными отходами различного уровня активности, развития радиозащиты. Показано, в частности, что введение в таблетки керамического ядерного топлива

для реакторов РБМК 0.2-0.6 масс.% Er₂O₃ в качестве выгорающего поглотителя нейтронов позволяет значительно улучшить экономические показатели работы реактора и повысить его безопасность за счет уменьшения реактивности топлива. Установлено, что введение наноструктурированной фракции диоксида урана к товарному UO₂ приводит к существенному повышению керамического качества таблетки МОКС-топлива. Для оптимизации некоторых схем переработки ОЯТ разработаны методы каталитической стабилизации актинидов в заданных степенях окисления. Определены величины кинетических характеристик более 100 каталитических реакций ионов актинидов. Разработаны схемы очистки щелочных растворов от Np, Pu, Am, Sr, Tc с применением наноразмерных носителей (Ø ≈ 80 нм). Особый интерес аудитории вызвала информация о том, что природные наноматериалы - цеолиты месторождения Хонгуруу (Якутия) - были успешно испытаны в качестве геохимического противомиграционного барьера, позволяющего значительно замедлить распространение радионуклидов из районов техногенных катастроф. В заключение доклада автор выделил наиболее перспективные области применения нанотехнологий в производствах радиохимического цикла и радиозащиты.

При подготовке сообщения использованы материалы официального вебсайта Российской академии наук (www.ras.ru) и тезисы докладов участников XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии.

В.н.с. О.А. Шляхтин

Выступление В.П. Мешалкина

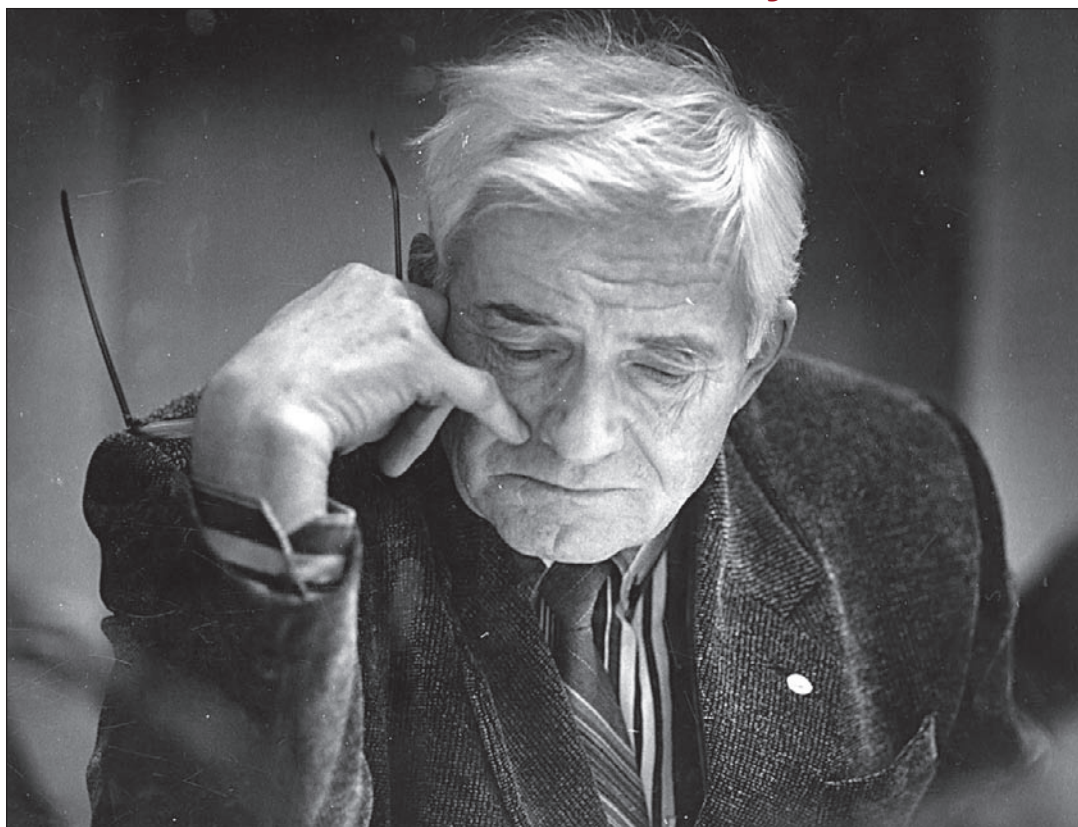
3 ноября на научном коллоквиуме кафедры неорганической химии химического факультета МГУ с докладом выступил чл.-корр. РАН, заслуженный деятель науки РФ, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики РХТУ им. Д.И. Менделеева Валерий Павлович Мешалкин. В ходе своего доклада он рассмотрел классификацию передовых концепций и парадигм современной логистики и управления цепями поставок, а также поисковый декомпозиционно-эвристический алгоритм размещения



Дискуссия после доклада: чл.-корр. В.П. Мешалкин, д.х.н. Ю.М. Киселев, д.х.н. А.В. Лукашин

оборудования химических производств. Технологические рекомендации, разработанные под руководством В.П. Мешалкина, используются в своей работе различные химические предприятия, например, ООО Объединенная химическая компания «Щекиноазот» и Уральский алюминиевый завод. Убедительно аргументированный и интересно изложенный доклад вызвал бурную и оживленную дискуссию, в которой участвовали чл.-корр. РАН Е.А. Гудилин, д.х.н. А.В. Лукашин, д.х.н. М.Н. Румянцев и другие сотрудники кафедры.

85 лет Н.А. Ватолину



Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова сердечно поздравляют академика РАН Николая Анатольевича Ватолина с 85-летним юбилеем! Основное научное направление работ Н.А. Ватолина связано с физической химией металлургических процессов, в частности, с исследованием структуры и свойств жидких металлических и оксидных систем и комплексным использованием металлургического сырья. Он проводил исследования структурно-чувствительных свойств жидких металлов и сплавов (1950-1965), электрических свойств и нестехиометричности оксидных расплавов, содержащих ионы переходных металлов (1965-1975). С 1970 г. под его руководством велись дифракционные исследования атомного строения и характера межатомного взаимодействия в металлических и оксидных расплавах на разработанном и освоенном оригинальном высокотемпературном дифрактометре. С 1974 г. успешно проводятся работы по развитию методов определения потенциалов межатомного взаимодействия и расчета физико-химических свойств с применением статистического метода коррелятивных функций и квантово-механического псевдопотенциала.

С конца 70-х годов под руководством Н.А. Ватолина в Институте металлургии развивается новое научное направление – компьютерное термодинамическое моделирование равновесных состояний многокомпонентных неорганических систем. Ряд проводимых исследований направлен на изучение взаимодействия жидких и твердых фаз при кристаллизации расплавов на основе железа. Разработки в области теории и практики комплексного использования

минерального сырья Урала, утилизации отходов черной и цветной металлургии легли в основу рекомендаций для улучшения процесса извлечения ванадия из конвертерных шлаков на Чусовском металлургическом заводе и Нижнетагильском металлургическом комбинате и новой технологии получения высокочистого пентоксида ванадия из конвертерных шлаков. Николаем Анатольевичем опубликовано в соавторстве с коллегами и учениками более 700 научных статей, 19 монографий, 120 авторских свидетельств и патентов. Под его руководством защищены 15 докторских и 30 кандидатских диссертаций. В 1984-2010 гг. он являлся председателем Совета ОХНМ РАН по Физико-химическим основам металлургических процессов, а в настоящее время – руководитель секции с этим же названием Совета по металлургии и металловедению. Под его руководством проведено 12 Всесоюзных и Российских конференций по структуре и свойствам металлических и шлаковых расплавов.

Н.А. Ватолин награжден орденами СССР (Ленина, Трудового Красного Знамени) и РФ (Почета). Лауреат Государственных премий СССР (1981 и 1991), Государственной премии РФ (2000), Премии Правительства РФ (1997), Демидовской премии в области химии (1997). Президиумом РАН ему присуждены Золотая медаль им. Н.С. Курнакова (1997) и Премия имени И.П. Бардина (2007), а Президиумом УрО РАН – Золотая медаль им. С.В. Вонсовского (2005). Он также является Почетным доктором Уральского государственного технического университета (Екатеринбург) и Национальной металлургической академии Украины (Днепропетровск).

Желаем Вам, Николай Анатольевич, крепкого здоровья, счастья и всего самого наилучшего. Самые добрые чувства и пожелания на многие годы!

НАНОМЕТР: 119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова, тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98, yudt@inorg.chem.msu.ru (акад. РАН Ю.Д. Третьяков, главный редактор), brylev@inorg.chem.msu.ru (доц. О.А. Брылёв, отв. редактор), goodilin@inorg.chem.msu.ru (проф. Е.А. Гудилин, пресс-центр), petukhov@inorg.chem.msu.ru (асп. ФНМ Д.И. Петухов, верстка)