

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ V.37. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЯ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Программа V.37.1. Совершенствование технологий синтеза и модифицирования различных классов материалов и покрытий на их основе (координатор акад. Н. З. Ляхов)

В Отделе структурной макрокинетики Томского научного центра разработана СВС-технология синтеза катализаторов системы Ni–Al для углекислотной конверсии метана с использованием предварительной механоакти-

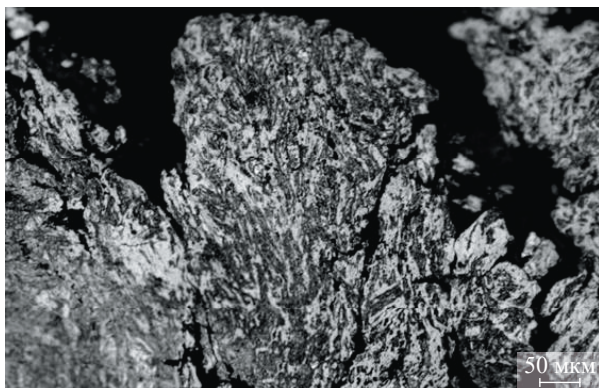


Рис. 17. Микроструктура образца Ni_3Al после механоактивации в течение 3 мин и послойного горения.

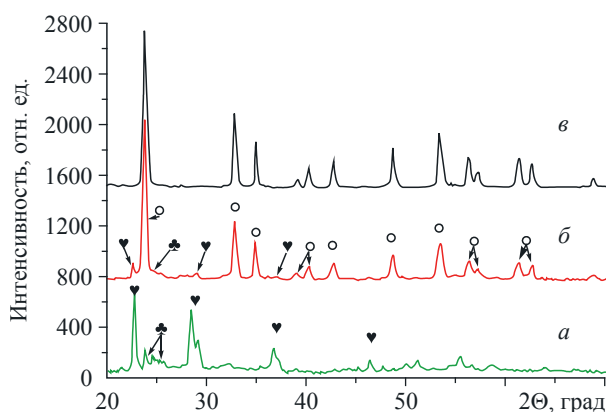


Рис. 18. Дифрактограммы образцов сегнето- и пьезокерамик на основе бессвинцовых материалов, полученных методом механохимического синтеза:

a — смесь исходных компонентов после механической активации в течение 10 мин; *б* — механически активированная смесь после отжига при 400 °С; *в* — после отжига при 500 °С. ♣ — Nb_2O_5 моноклинный, ♥ — Nb_2O_5 орторомбический, ○ — ниобат лития с модифицирующими добавками меди и титана.

зации, позволяющей вести СВС-процесс без подогрева, а также получать более развитую внутреннюю структуру механокомпозита с необходимым фазовым составом (Ni, Ni_3Al , рис. 17). Достигнутая глубина углекислотной конверсии метана в синтез-газ на разработанных катализаторах составила по CO_2 и CH_4 95 и 90 % соответственно. Результаты важны для создания мобильных установок для переработки природного газа в диметиловый эфир.

В Институте химии твердого тела и механохимии совместно с Институтом физики Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) осуществлен механохимический синтез и исследованы свойства сегнето- и пьезокерамик на основе феррита висмута, а также ниобата лития, допированного ионами переходных металлов. Показано, что механическая активация шихты позволяет существенно сократить время и температуру последующего синтеза оксидного материала, а также снизить температуру и время спекания керамики. Так, при синтезе керамики на основе ниобата лития с модифицирующими добавками меди и титана использование механохимической обработки шихты, содержащей карбонат лития и оксид ниобия, позволяет снизить температуру процесса с 800 до 500 °С, сократить в несколько раз время реакции, на 100 °С снизить температуру спекания керамики (рис. 18). Для системы с ферритом висмута получен продукт со значительно более низким содержанием переходных фаз. Результаты могут быть интересны для разработки механохимической технологии синтеза сегнето- и пьезокерамик на основе бессвинцовых материалов.

В Институте углехимии и химического материаловедения изучены наноразмерные системы Fe–Co, Fe–Ni, Ni–Co, Ni–Cu, построены фазовые портреты и установлены основные отличия их фазовых диаграмм от соответствующих массивных (макроразмерных) систем (рис. 19). Изучены магнитные свойства систем

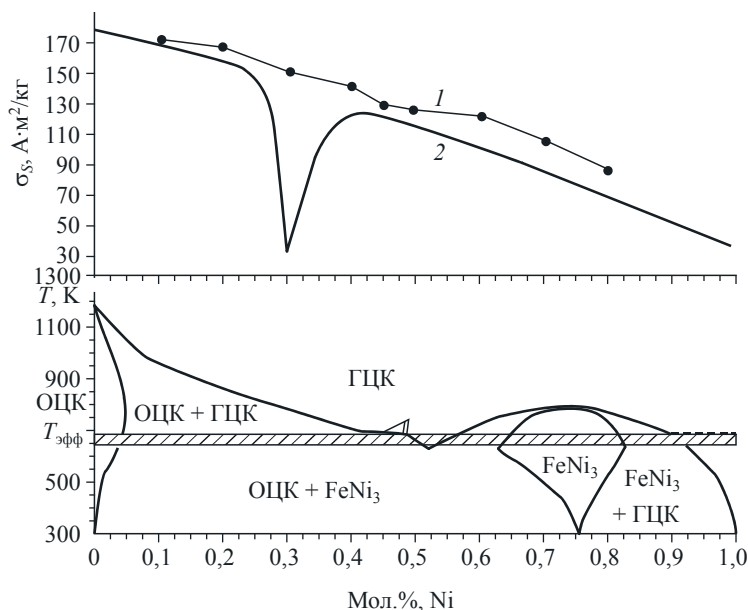


Рис. 19. Фазовый портрет наноразмерной системы Fe–Ni, эффективные температуры ($T_{\text{эфф}}$) и значения удельной намагниченности насыщения полученных систем (1) в сравнении с литературными данными (2).

в постоянном поле. Для Fe–Co и Fe–Ni достигнуты величины намагниченности насыщения, превышающие на 10–15 % известные резуль-

таты. Синтезированные порошки могут быть использованы в микроэлектронике и медицинской диагностике.

Программа V.37.2. Исследование взаимосвязи «структура—химические свойства» в функциональных наноматериалах, анализ реакционной способности и стабильности функциональных наноматериалов в условиях воздействия реакционных сред (координатор член-корр. РАН В. И. Бухтияров)

В Новосибирском институте органической химии им. Н. Н. Ворожцова разработан технологичный метод синтеза первого перфторированного полиимида АВ-типа на основе тетрафторфталево́й кислоты и продемонстрированы уникальные характеристики нового полимерного материала в области ближнего ИК-диапазона (рис. 20). Окно прозрачности, наблюдаемое благодаря отсутствию обертонов колебаний связей С–Н и О–Н в диапазоне 1,0–1,7 мкм инфракрасного спектра в полимере нового типа, делает синтезированные полиимиды конкурентоспособными материалами в современных оптокоммуникационных технологиях.

В Институте проблем переработки углеводородов совместно с Институтом сильноточной электроники изучены процессы перестройки структуры наночастиц глобулярного углерода марок П145, П324 и Т900 при воздей-

ствии пучка электронов с плотностью энергии от 10 до 50 Дж/см². Методом электронной микроскопии высокого разрешения показано, что для углерода Т900 с диаметром частиц 100–500 нм наблюдаются упорядочение структуры, выражающееся в уменьшении среднего расстояния между графеновыми плоскостями с достижением характерных для графита величин межплоскостных расстояний, и образование частиц уникальной морфологии, напоминающей срез бутона розы (рис. 21). Для углерода П145 и П324 (диаметр частиц 10–50 нм) отмечается формирование нанокapsул диаметром от 2 до 20 нм с расстоянием между графеновыми слоями 0,345–0,360 нм. Полученные материалы перспективны для создания аккумуляторов и суперконденсаторов с высокой плотностью энергии.

В этом же Институте проведена модификация углеродного гемосорбента N-винилпир-

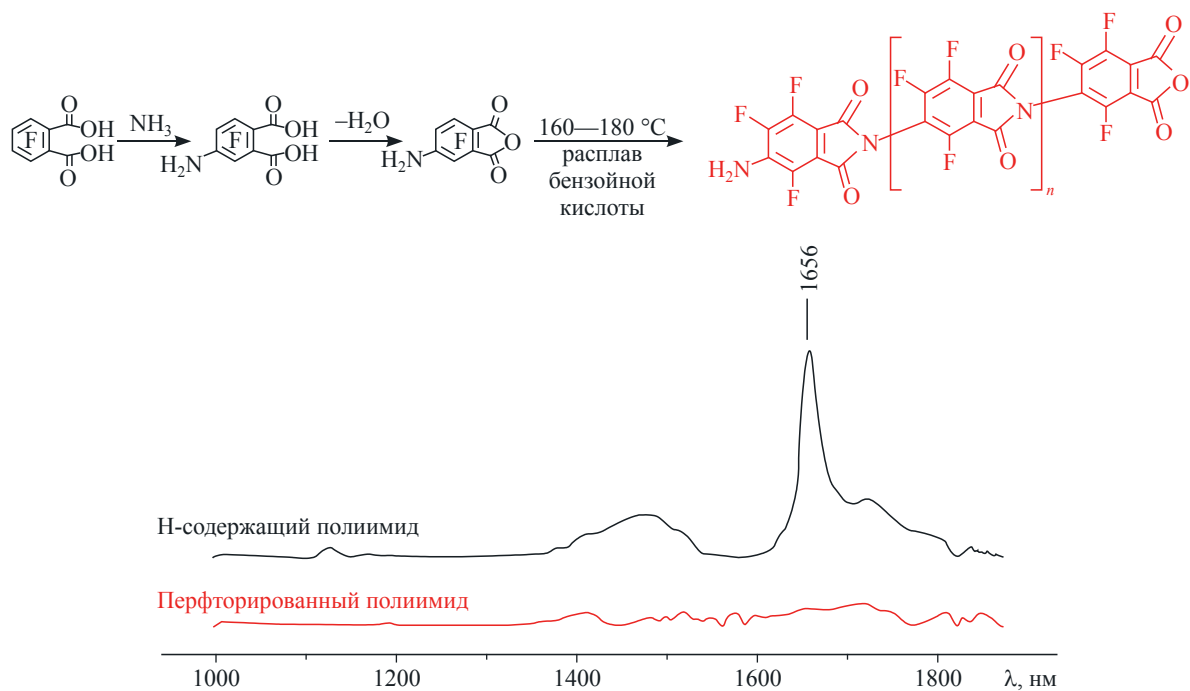


Рис. 20. Схема синтеза перфторированного полиимида (вверху) и сравнительные характеристики полос поглощения в ИК-спектрах ближнего диапазона нефторированного и перфторированного полимеров (внизу).

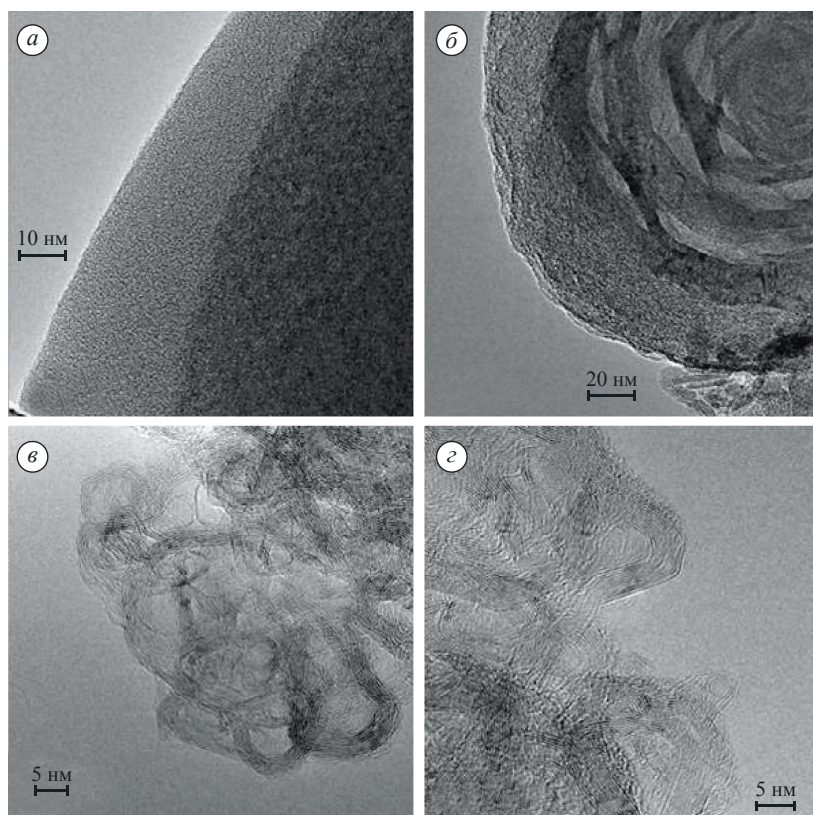


Рис. 21. Изменение структуры наноглобулярного углерода под воздействием высокоэнергетического облучения: ЭМ-снимки фрагментов частиц образца Т900 после облучения пучком электронов с плотностью энергии 10 Дж/см² (а) и 25 Дж/см² (б) и нанокapsул, образующихся после облучения образцов технического углерода П145 (е) и П324 (z) пучком электронов с плотностью энергии 50 Дж/см².

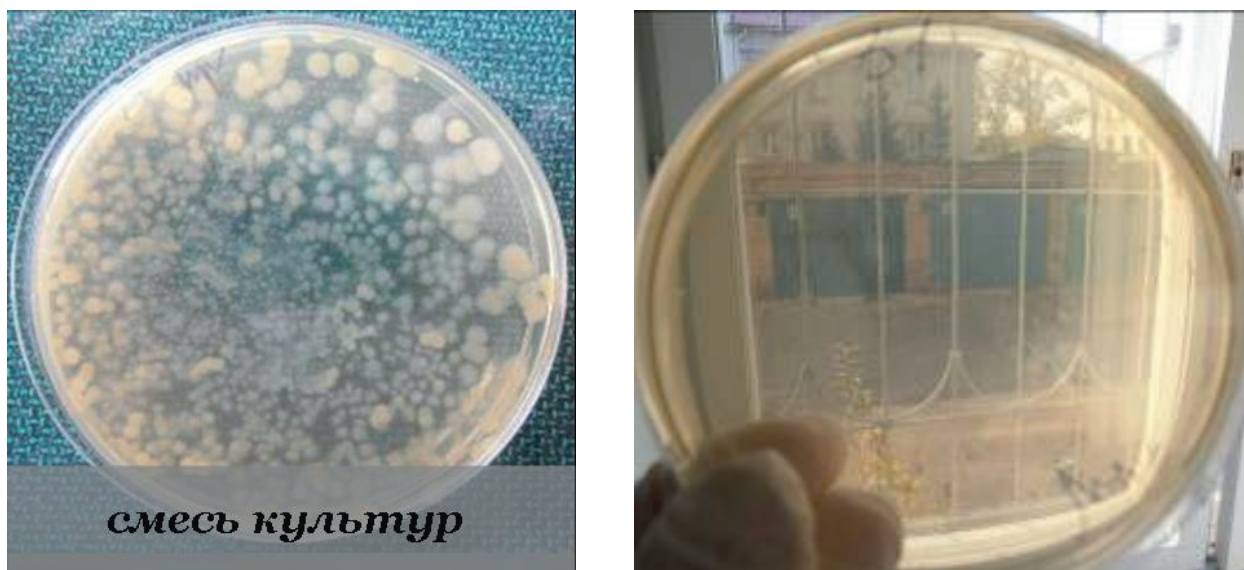


Рис. 22. Посев бактериальных культур после контакта с обычным сорбентом (слева) и после контакта с сорбентом, модифицированным поли-N-винилпирролидоном (справа).

ролидоном с последующей его полимеризацией в поровом пространстве материала. Стендовыми медико-биологическими испытаниями установлены антибактериальные свойства полученных образцов материала по отношению к патогенной микрофлоре — грамтрицатель-

ным бактериям (синегнойная и кишечная палочки, клебсиелла пневмонии), а также к грамположительной бактерии золотистому стафилококку. Полученный модифицированный сорбент является перспективным материалом для аппликационной медицины (рис. 22).