

## ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ V.46.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ» И ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ; СОЗДАНИЕ НОВЫХ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВКЛЮЧАЯ УГЛУБЛЕННУЮ ПЕРЕРАБОТКУ УГЛЕВОДОРОДНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ И ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ, А ТАКЖЕ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

**Программа V.46.1. Развитие физико-химических основ новых металлургических и химико-технологических процессов с целью регулирования эффективности и экологической безопасности комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентного сырья (координатор акад. В. Ф. Шабанов)**

В Институте химии и химической технологии разработана принципиальная технологическая схема гидromеталлургической переработки редкометалльных руд Чуктуконского месторождения с получением карбонатов редкоземельных металлов и марганцевого

концентрата (рис. 27). Технологический процесс позволяет за одну стадию вскрыть редкоземельную руду с переводом в раствор РЗМ, иттрия, тория и урана, очисткой растворов от фосфора и железа, получением радиационно безопасных промышленных отходов. Глубина

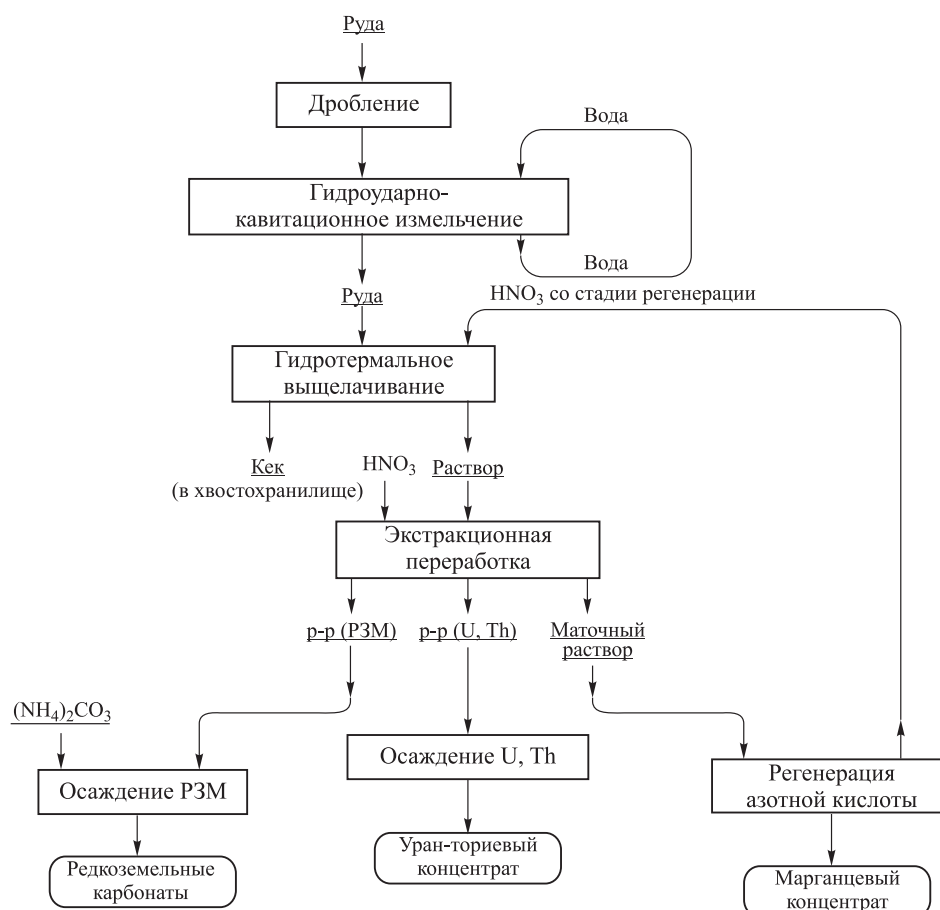


Рис. 27. Основные технологические переделы гидromеталлургической переработки чуктуконской руды.

извлечения РЗМ составляет 85 % и более. Технологический процесс характеризуется малоэтапностью, получением экологически безопасных рудных хвостов после переработки, высокой рентабельностью производства.

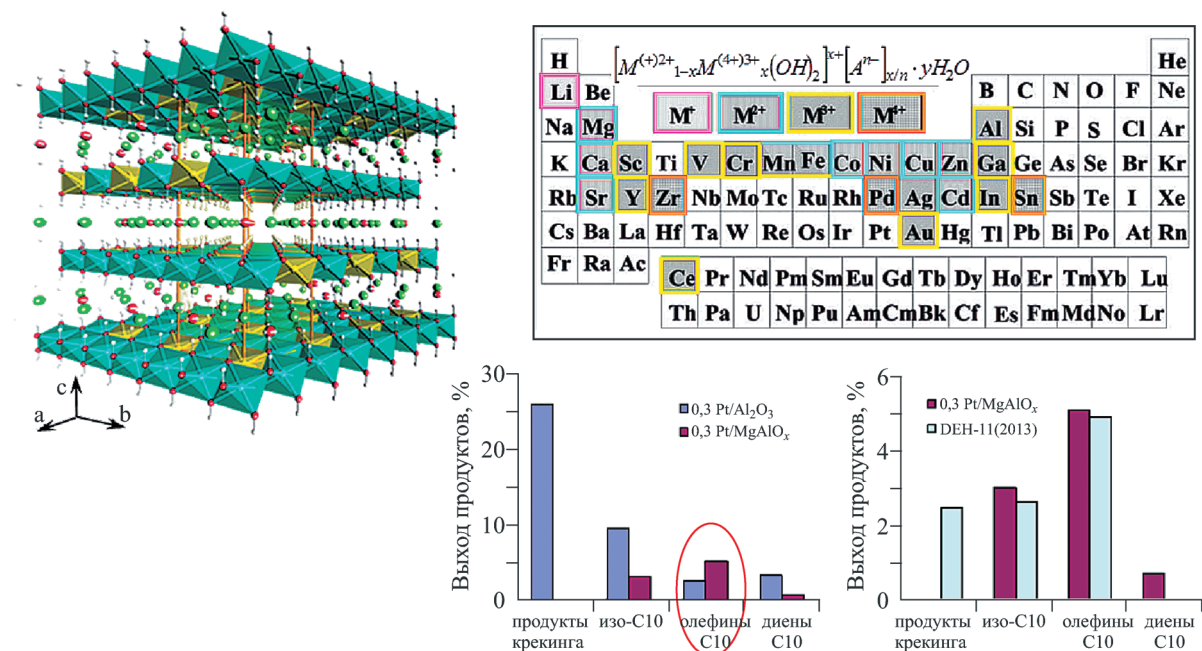
В Байкальском институте природопользования на основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые виды композиционных вяжущих материалов с использованием эффузивных горных пород – базальтов Забайкалья, обладающие высокими физико-механическими характеристиками.

**Программа V.46.2. Разработка научных основ и создание комплексных интегрированных технологий глубокой переработки нефтяного и газового сырья для получения моторных топлив, нефтехимического сырья, продуктов органического синтеза и технического углерода. Химия и физикохимия нефти и нефтьсодержащих систем (координатор член-корр. РАН В. А. Лихолобов)**

В Институте проблем переработки углеводородов синтезированы и охарактеризованы двух- и трехкомпонентные слоистые двойные гидроксиды и смешанные оксиды, содержащие катионы  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ga^{3+}$ , а также платиновые катализаторы на их основе как ключевые носители для создания катализато-

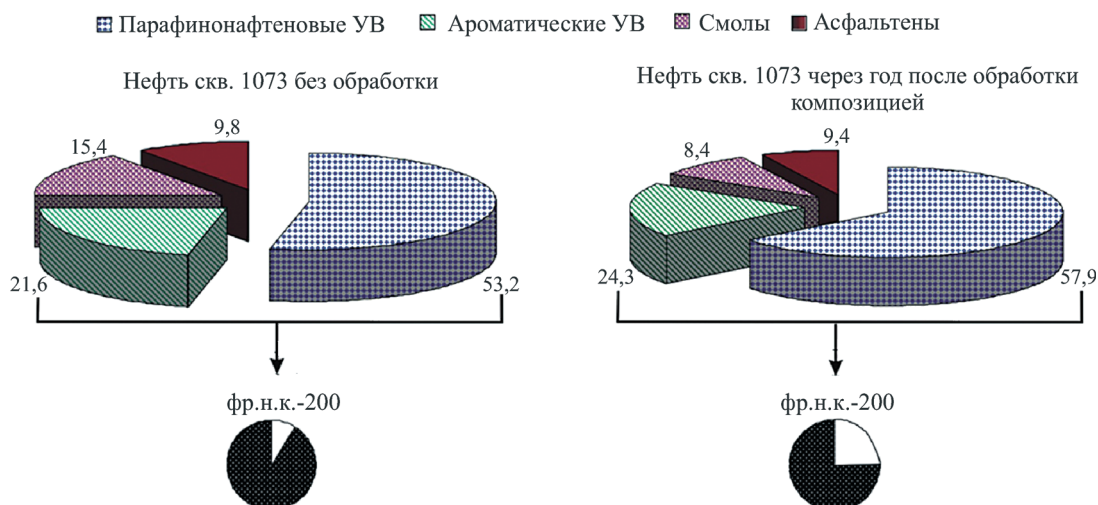
Установлено, что в процессе их гидратации образуются гидросиликаты магния волокнистой структуры, смешанные гидросиликаты кальция, магния и железа с ленточной и цепочечной структурами, которые оказывают положительное влияние на формирование механических свойств материалов. Использование базальтов позволяет на 30–40 % сократить расход портландцементного клинкера, при неизменных или улучшенных характеристиках получаемых цементов.

ров трансформации углеводородов. Показана возможность изменения текстурных характеристик и основных свойств при введении катионов-модификаторов. Найдено, что введение катионов  $Zn^{2+}$  и  $Ga^{3+}$  в алюмомагниевою систему может быть использовано для увеличения активности катализаторов в реакции

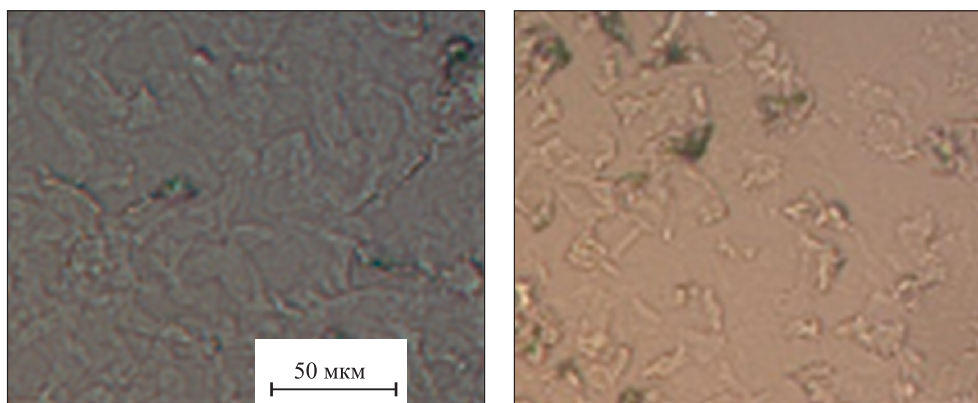


Условия реакции (оптимизированные для промышленного катализатора DEH-11:  $P=0,18$  МПа;  $T=460$  °С;  $H_2$ /углеводороды = 7; ОСПС=17,2 ч<sup>-1</sup>)

**Рис. 28.** Слоистые основные смешанные гидроксиды как ключевые носители для создания катализаторов трансформации углеводородов: слева – структура слоистого гидроксида с интеркалированными ионами. На таблице Менделеева отмечены одно-, двух-, трех- и четырехвалентные ионы, способные образовывать смешанные гидроксиды; на диаграммах внизу – сравнительная селективность катализаторов на различных носителях – катализаторы на смешанных оксидах характеризуются отсутствием продуктов крекинга и высокой селективностью образования олефинов C10.



**Рис. 29.** Уменьшение содержания смол и асфальтенов, увеличение – фракции низкокипящих (до 200 °С) углеводородов при воздействии нефтевытесняющих композиций на нефть в пластах Усинского месторождения.



**Рис. 30.** Добавки 0,5–1 мас.% высокосмолистой нефти значительно понижают вязкость обработанной системы, изменяя размеры и форму кристаллов парафинов. Слева – исходный образец нефти, справа – результат добавления 0,5 мас.% высокосмолистой нефти и 5 мин. ультразвуковой обработки.

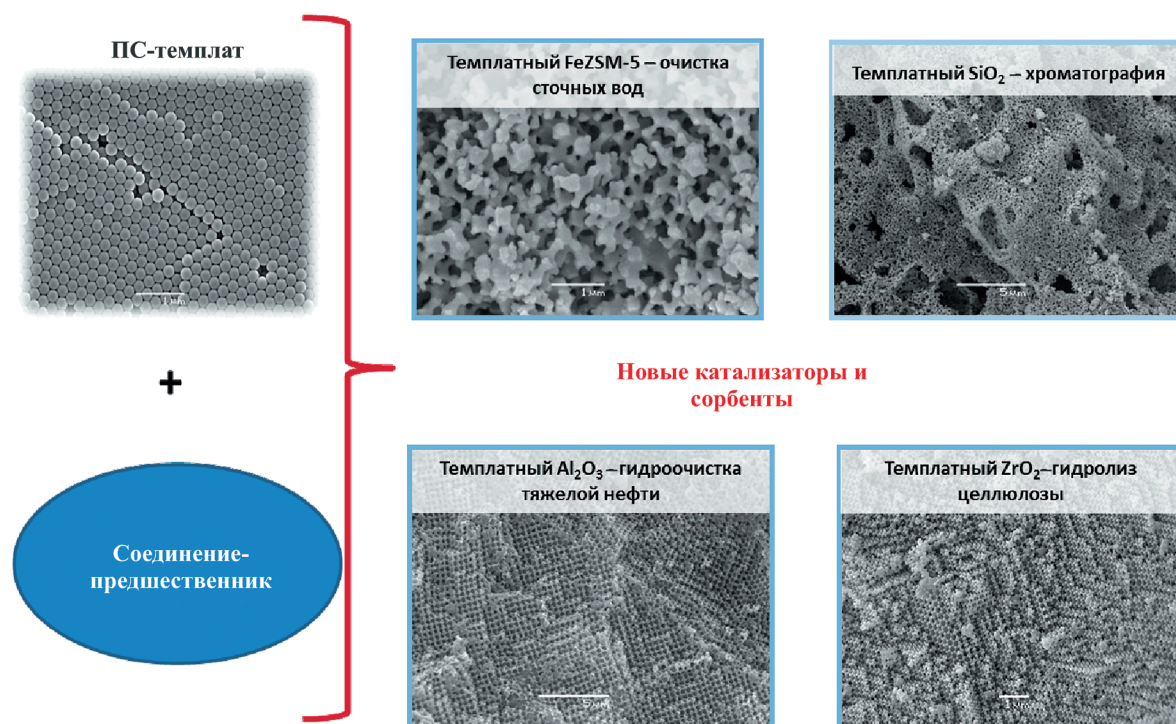
дегидрирования пропана при высоком уровне селективности образования пропилена. Показано, что  $Pt/MgAlO_x$  является перспективной каталитической системой для реакции дегидрирования *n*-декана (рис. 28).

В Институте химии нефти изучено воздействие нефтевытесняющих композиций на нефть в пластах Усинского месторождения. Установлено, что общее содержание смол и асфальтенов уменьшается на 7,4 %, на 4,7 % растут доли парафинонафтеновых углеводородов, а ароматических углеводородов – на 2,7 %. При этом на 9 % увеличивается доля легких фракций (рис. 29). Изменение состава изученных тяжелых высоковязких нефтей, добываемых из карбонатных коллекторов с использованием

нефтевытесняющих композиций, разработанных в ИХН СО РАН, оказывает существенное влияние на снижение показателей вязкости и плотности и позволяет интенсифицировать добычу высоковязких флюидов из пласта.

В этом же Институте выявлены условия, при которых низкочастотная и ультразвуковая акустическая обработка разрушает парафиновую структуру нефтьсодержащих систем. Установлено, что вязкость и температуры фазовых переходов модельной системы, обработанной в присутствии 0,5–1 мас.% высокосмолистой нефти, являющейся природным депрессором, значительно снижаются вследствие изменения размеров и формы кристаллов парафинов (рис. 30). Результаты могут быть использованы





**Рис. 31.** Катализаторы с пространственно организованной структурой мезо- и макропор с использованием полистирольных сфер и области их применения.

при определении условий транспорта смолистых парафинистых нефтей.

В Институте катализа им. Г. К. Борескова разработаны методы приготовления катализаторов на основе неорганических носителей, в том числе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, а также кристаллических алюмосиликатов и железосиликатов, с пространственно организованной структурой мезо- и макропор с использованием полистирольных сфер, позволяющие получать

контролируемую текстуру материала: заданное распределение пор по размерам и регулярную структуру пор в широком диапазоне – от ангстрем до миллиметров, с заданным составом и химическими свойствами поверхности (рис. 31). Получаемые материалы перспективны для применения в процессах гидропереработки тяжелой нефти и полного окисления высокомолекулярных соединений.

**Программа V.46.3. Разработка научных основ новых ресурсо- и энергосберегающих процессов углубленной переработки углей и углеродистых сланцев (углехимия и коксохимия) с целью получения отечественного кокса высокого качества, а также широкого набора углехимических продуктов для производства компонентов моторных топлив, основного органического синтеза и малотоннажной химии (координатор член-корр. РАН З. Р. Исмагилов)**

В Институте углехимии и химического материаловедения установлена взаимосвязь параметров пористой структуры и удельной электрической емкости для материалов, полученных из индивидуальных органических предшественников и их смесей. Показано, что электрохимические свойства полученных конденсаторов из углеродных материалов зависят

не только от величины удельной поверхности и структуры углеродных материалов – их микропористости или мезопористости, но и от типа проводимости. При одинаковой удельной поверхности мезопористого образца (2500 м<sup>2</sup>/г) удельная электрическая емкость образца с одномерной проводимостью (Кем-3), по сравнению с образцом с трехмерной проводимостью



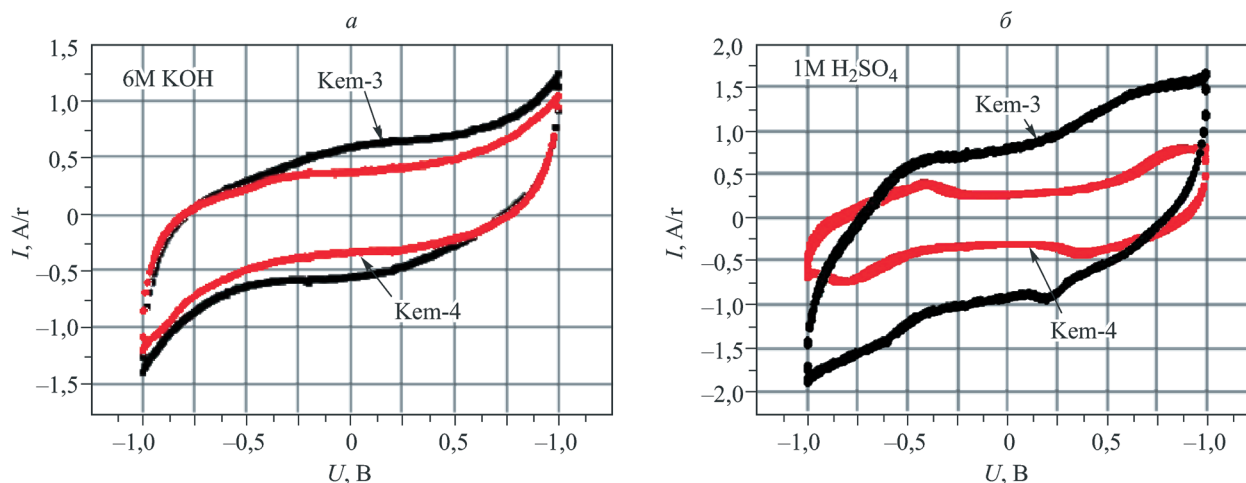


Рис. 32. Вольт-амперные кривые для различных образцов в щелочном (а) и кислотном (б) электролитах.

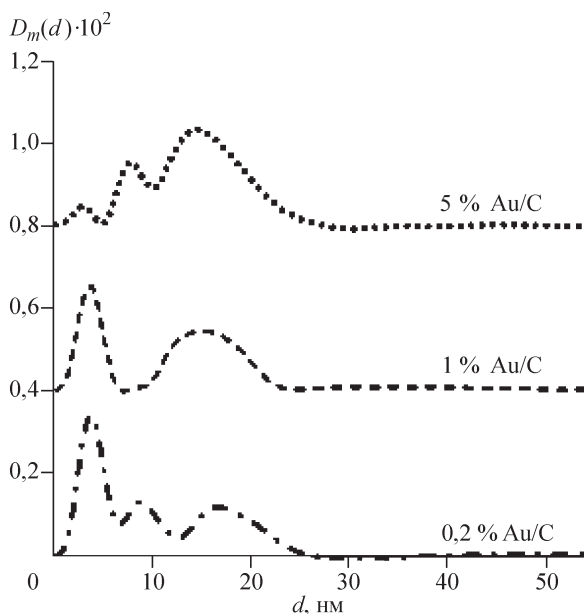


Рис. 33. Распределение наночастиц золота по размерам при его различном содержании в нанокompозите с углеродом.

(Кем-4), выше как в кислотном, так и в щелочном электролитах (рис. 32). Результаты важны для разработки научных основ получения углеродных материалов, используемых для изготовления суперконденсаторов.

В этом же Институте разработан способ получения золотосодержащих наноструктурированных металл-углеродных композитов восстановлением тетрахлороаурата (III) водорода в порах и на внешней поверхности углеродной матрицы. Исследованы параметры пористой структуры и дисперсионные характеристики полученных нанокompозитов (рис. 33). Установлено, что размеры кристаллитов золота соответствуют размерам пор матрицы. Показано, что при низких концентрациях золотохлористоводородной кислоты образуются матрицы квазицепочечных структур. Полученные композиты перспективны в качестве материала электродов несимметричных ионисторов.

**Программа V.46.4. Развитие физико-химических основ глубокой переработки возобновляемого органического сырья, включая древесину, торф и сапрпели, в востребованные химические вещества и функциональные материалы (координатор докт. хим. наук Б. Н. Кузнецов)**

В Институте химии и химической технологии разработан новый одностадийный способ синтеза биологически активного дипропионата бетулинола (рис. 34). Способ основан на ацилировании пропионовой кислотой бересты березы, предварительно активированной кратковременной обработкой перегретым водяным

паром. На основании данных ионного гомеостаза и определения уровня апоптоза и некроза клеток с помощью флуоресцентных красителей установлено, что дипропионат бетулинола проявляет противоопухолевые свойства, индуцируя апоптоз асцитных клеток карциномы Эрлиха (АКЭ). Преимущества разрабо-

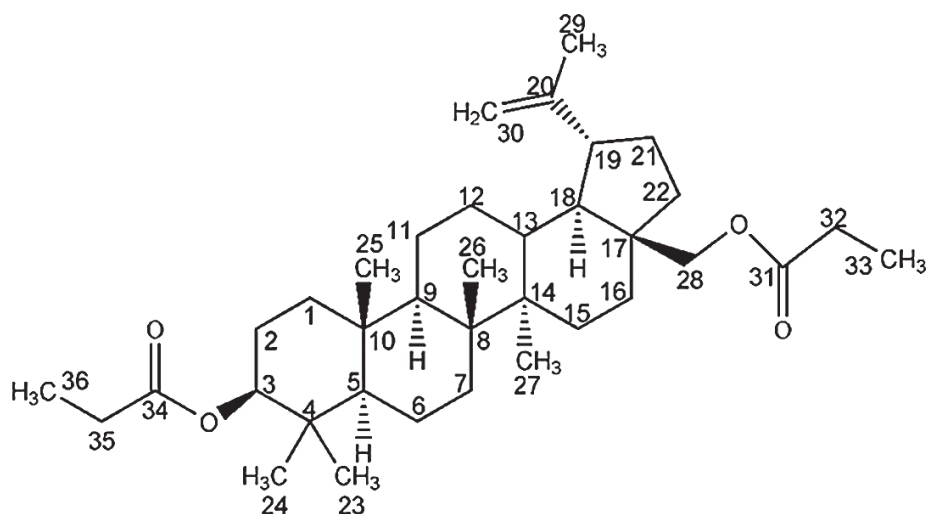


Рис. 34. Дипропионат бетулинола – перспективный противоопухолевый агент.

танного способа по сравнению с известными заключаются в исключении стадии выделения бетулина из бересты березы и существенное

сокращение продолжительности синтеза дипропионата бетулинола.

**Программа V.46.5. Разработка физико-химических основ и методов охраны окружающей среды и переработки техногенных отходов на базе принципов «зеленой химии» и каталитических систем (координатор докт. техн. наук А. С. Носков)**

В Институте катализа им. Г. К. Борескова разработана конструкция каталитического реактора, состоящего из кубических каталитических картриджей, объединенных в радиальный слой. Такой слой отличается низким

гидравлическим сопротивлением потоку газов и возможностью применения в загрязненных потоках. Указанный подход позволяет формировать радиальные слои практически любого размера.

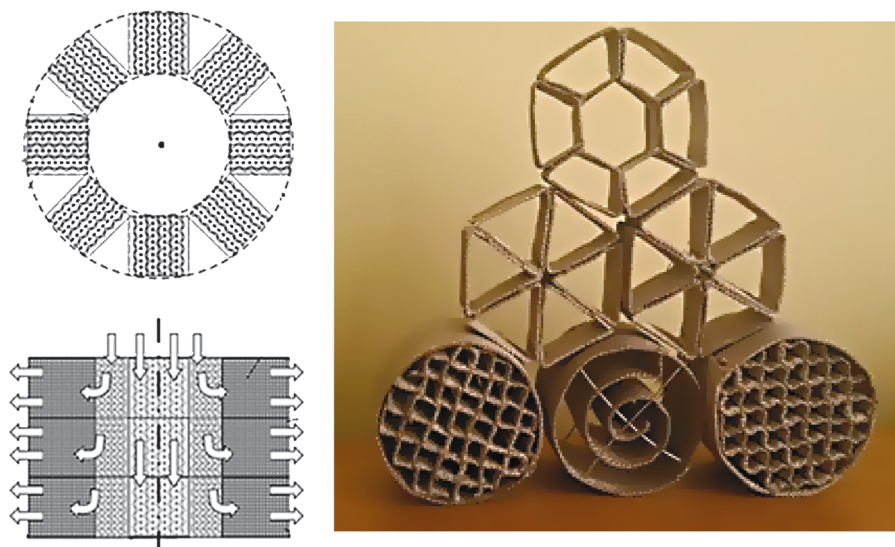


Рис. 35. Катализаторы и носители для экологически чистых процессов.

Слева – схема каталитического реактора, состоящего из кубических каталитических картриджей, объединенных в радиальный слой. Справа – каталитические картриджи на основе стекловолоконистого катализатора, армированного металлической сеткой.

Предложены конструкции каталитических картриджей на основе стекловолнистого катализатора, армированного металлической сеткой, для процессов сжигания топлив в аппаратах с кипящими слоями теплоносителя. На основании данных проведенных испытаний

был сделан вывод о перспективности применения этих картриджей в таких процессах, рекомендовано провести их пилотные ресурсные испытания в промышленных каталитических теплофикационных установках (рис. 35).