

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ V.39. ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ВКЛЮЧАЯ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Программа V.39.1. Разработка методов направленной трансформации растительной биомассы в востребованные химические продукты, биodeградируемые и биологически активные полимеры, нанобиокомпозиты с практически полезными свойствами (координатор докт. хим. наук Б. Н. Кузнецов)

В Иркутском институте химии им. А. Е. Фаворского найдено, что образование нанобиокомпозитов является результатом адсорбции биополимеров на растущее в водном растворе неорганическое ядро, при этом восстановителем катионов до нуль-валентного металлического состояния служат сами биополимерные матрицы (рис. 27). Во всех полученных нанобиокомпозитах биополимерная матрица рентгеноаморфна, а металлические наночастицы вкраплены в эту матрицу и имеют типичную кристаллическую структуру блочных металлов. Установлено, что введение металлических наночастиц в матрицу изученных полисахаридов приводит к понижению энергии активации

их термодеструкции и, соответственно, к уменьшению интервала термоустойчивости по сравнению с исходными полисахаридами.

В Институте химии и химической технологии разработаны новые экологически безопасные и простые способы синтеза биологически активных производных бетулина: 3,28-дипропионата, 3,28-дисульфата бетулина, 3-О-бензоата и 3-О-фталата аллобетулина (рис. 28). Состав и строение бетулина и его производных подтверждены элементным анализом, спектрами ИКС и ЯМР ^1H и ^{13}C . Синтезированные производные бетулина имеют перспективы применения в медицине.

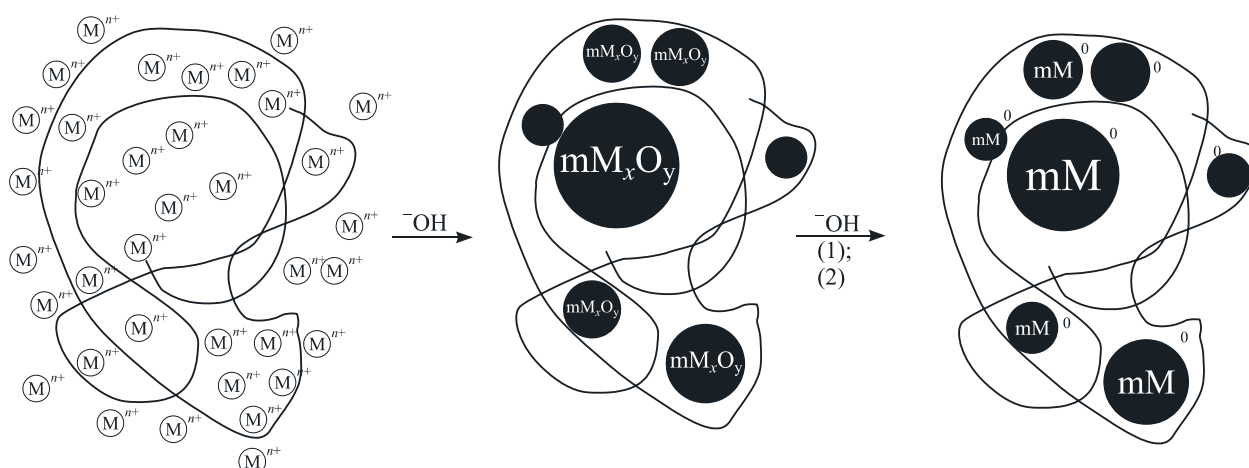


Рис. 27. Схема синтеза нанобиокомпозитов на основе полисахаридов:

M^{n+} — ион металлического прекурсора Ag^+ или $[\text{Au}^{3+}\text{Cl}_4]^-$; M_xO_y — наночастицы гидратированных оксидов Ag_2O или Au_2O_3 ; M^0 — металлические наночастицы Ag^0 или Au^0 . (1) — щелочная обработка макромолекул полисахаридов с генерацией восстанавливающих сахаров; (2) — восстановление в наночастицах оксидов металлов до металлов с помощью образующихся диффузионно-подвижных сахаров.

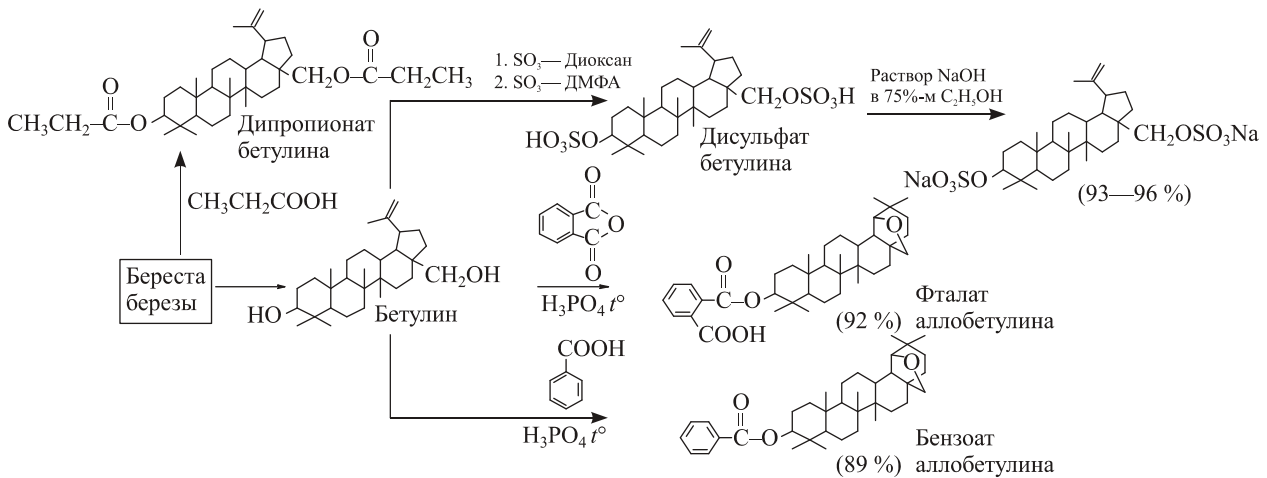


Рис. 28. Схема получения производных бетулина из бересты березы.

Программа V.39.2. Разработка физико-химических основ безопасности антропогенной деятельности. «Зеленая химия» (координатор докт. техн. наук А. С. Носков)

В Институте химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского в результате многолетних крупномасштабных натуральных экспериментов по газо-аэрозольной эмиссии при лесных пожарах показано, что 90—95 % дымовой эмиссии состоит из субмикронных частиц диаметром менее 3 мкм. Основная масса

дымовой эмиссии — 70—90 % состоит из органических смолистых веществ и 10 % элементарного углерода, которые наиболее сильно влияют на поглощение солнечного света и качество жизни. Мощность аэрозольной эмиссии оценена в 0,2—1 т/га. В частности, в период с 4 по 8 июля 2012 г. изучено задымление г. Но-

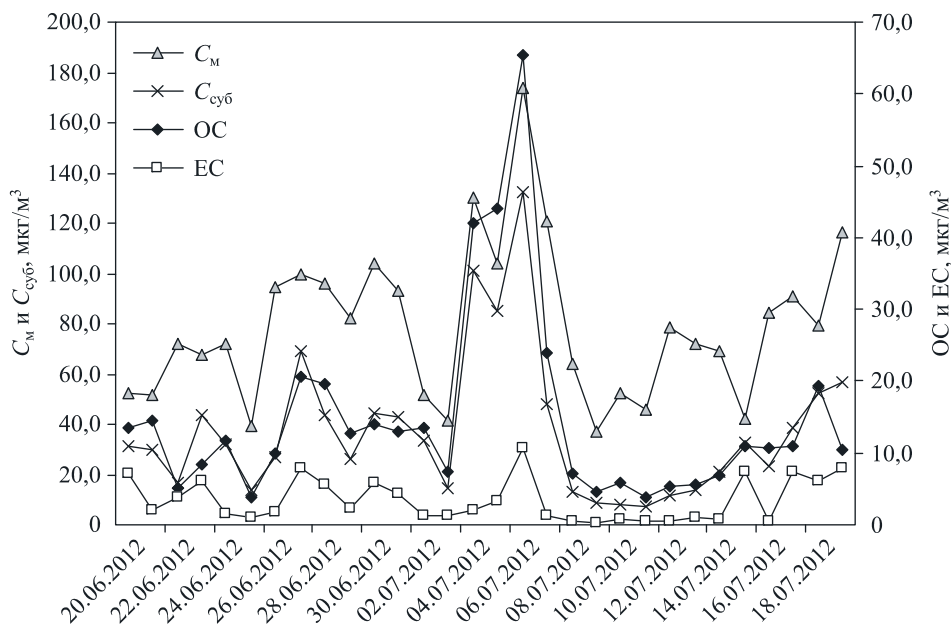


Рис. 29. Динамика изменений концентраций суммарной массовой (C_M), субмикронной ($C_{суб}$), органического углерода (OC), элементарного углерода (EC) в аэрозолях с 20.06 по 20.07.2012.

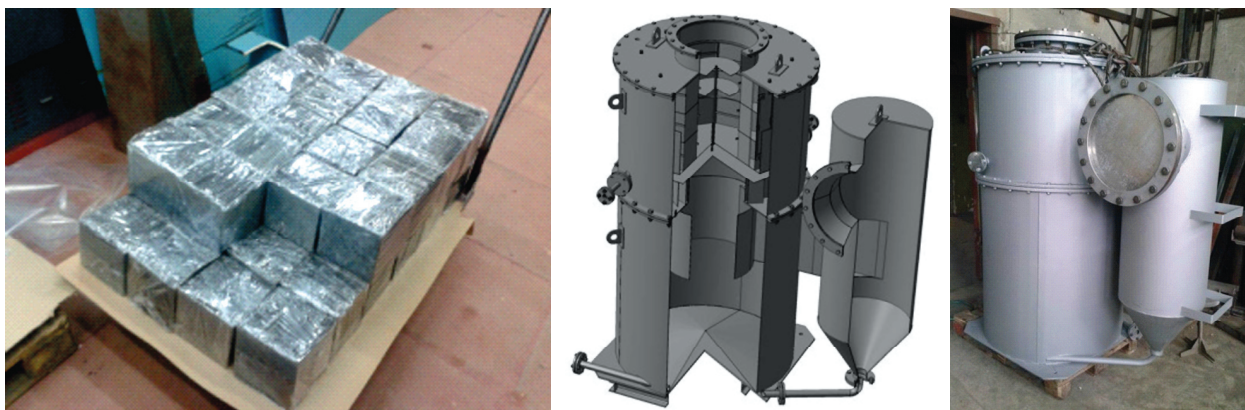


Рис. 30. Внешний вид картриджей для каталитической очистки выхлопных газов дизельных двигателей (слева), рисунок в изометрической проекции (в центре) и внешний вид (справа) прототипа нейтрализатора для дизель-генератора мощностью 640 кВт.

восток и его окрестностей в результате лесных пожаров в Томской области и Красноярском крае. Это привело к резкому возрастанию массовой концентрации атмосферного аэрозоля C_m (рис. 29) за счет частиц диаметром меньше 1 мкм, состоящих из органических соединений, концентрация которых достигает 130 мкг/м^3 . Полученные результаты могут быть использованы при моделировании погодо-климатических трендов и для оценки влияния лесных пожаров на здоровье человека.

В Институте катализа им Г. К. Борескова получены эмпирические зависимости, позволяющие прогнозировать перепад давления в широком диапазоне условий для различных типов конструкций упаковок микроволокнистых катализаторов. Предложен новый призматический тип структурированных каталитических картриджей со стекловолкнистыми катализаторами и разработана опытно-промышленная технология их производства. Разработана конструкция каталитических систем для нейтрализации дизельных выхлопов на их

основе и создан опытно-промышленный прототип нейтрализатора для дизель-генератора мощностью 640 кВт для пилотных испытаний (рис. 30).

В этом же Институте разработаны новые катализаторы процесса окислительной десульфуризации углеводородных топлив (рис. 31), заключающегося в газофазном окислении серосодержащих компонентов (диметилдисульфид, тиофен, дибензотиофен, диметилдибензотиофен и др.) кислородом воздуха до SO_2 . Синтезированные катализаторы на основе оксидов Zn, Ce, Cu и Al показали высокую каталитическую активность в реакции ОДС модельных смесей с содержанием серы 1000—5000 ppm в виде дибензотиофена, тиофена или диметилдисульфида, растворенных в октане или толуоле. Показано, что степень удаления серы составляет не менее 80—90 % при температурах 250—300 °С, объемной скорости 10000 ч⁻¹ и отношении $\text{O}_2/\text{S} = 30\text{—}40$. Данное направление исследований является подходом для очистки нефтепродуктов от серы.

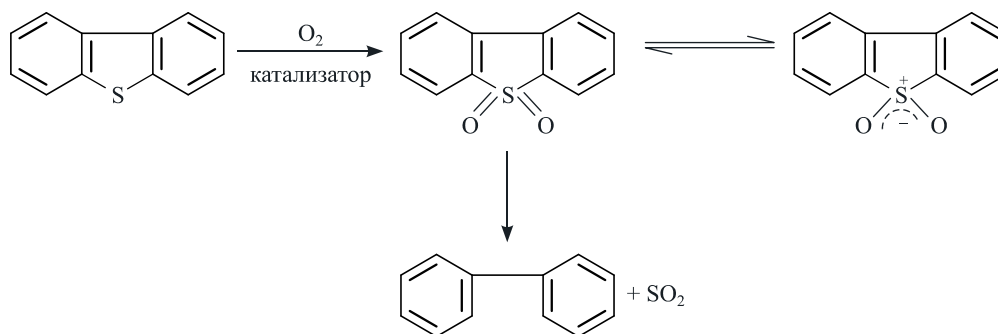


Рис. 31. Схема химических превращений при газофазной окислительной десульфуризации моторных топлив.

Программа V.39.3. Развитие научных основ экологически безопасных химических процессов извлечения, обогащения и транспортировки каустобиолитов и минерального сырья с учетом состава, физико-химических свойств и структурной организации на микро- и наноуровне (координатор докт. техн. наук Л. К. Алтунина)

В Институте химии нефти разработан новый вариант термического анализа — термореометрия, при котором низкочастотным вибрационным методом регистрируется изменение вязкости образца нефти в зависимости от температуры. Термореометрия, в отличие от термогравиметрии, позволяет наблюдать процессы, не сопровождающиеся изменением веса, например, фазовый переход — кристаллизацию парафинов в нефтях, который проявляется в виде экстремума. Положение и форма пика кристаллизации парафина зависят от природы и содержания в нефти парафинов и смол — природных ингибиторов кристаллизации. Термореометрия позволила разработать эффективные нефтевытесняющие композиции на основе ПАВ, в наибольшей степени снижающие температуру начала кристаллизации парафинов и вязкость нефтей (рис. 32).

В этом же Институте предложена методика картографического моделирования зоны риска миграции нефтепродуктов с нефтезагрязненных участков с поверхностным стоком на основе дистанционных данных (рис. 33, вверху). Установлено, что при ежегодном нефтезагрязнении земель, составляющих 1 % от

общей площади водосборов, в малые реки Нефтеюганского района с поверхностным стоком поступает около 10 т нефтепродуктов. Рассчитано, что при сбросе сточных вод и смыве нефтепродуктов с загрязненных участков средними реками выносятся около 60 т в год, что свидетельствует о значительном ухудшении качества воды в нефтедобывающих регионах.

На территориях месторождений Нижневартовского района на основе расчета нормализованного относительного индекса растительности (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) выявлены процессы восстановления почвенно-растительного покрова нефтезагрязненных заболоченных земель.

В качестве примера на рис. 33, внизу показаны данные по количественной оценке состояния и изменения растительного покрова на труднодоступных нефтезагрязненных территориях Ватинского и Самотлорского месторождений. С использованием космических снимков Landsat за 7-летний период выявлены тенденции восстановления растительного покрова на загрязненных территориях. Отрицательные значения NDVI, полученные по космическим снимкам (1999—2000 гг.), говорят о том, что в

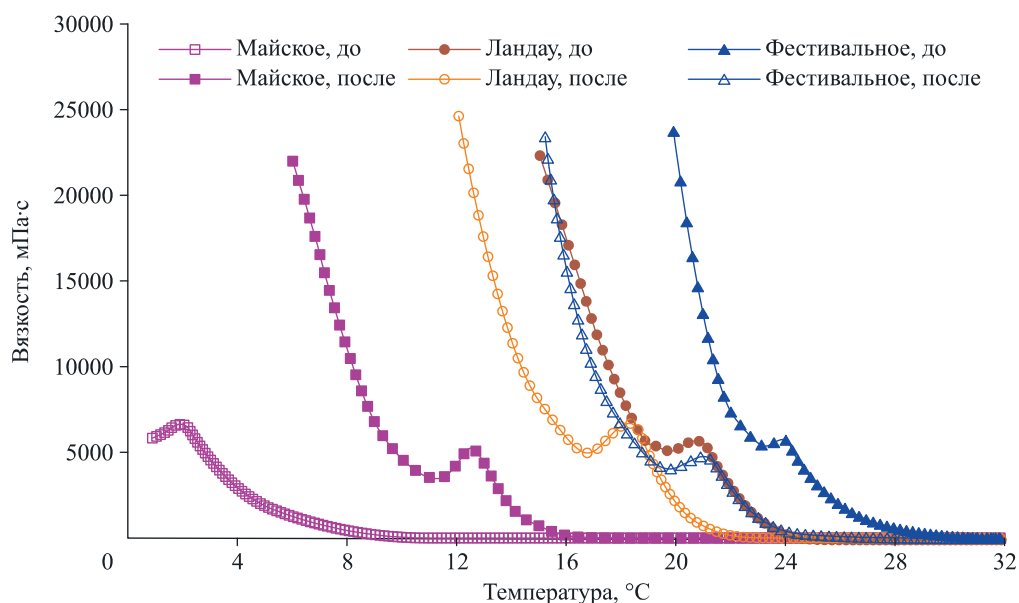


Рис. 32. Термореометрические кривые парафинистых нефтей различных месторождений до и после термостатирования с композицией ПАВ.

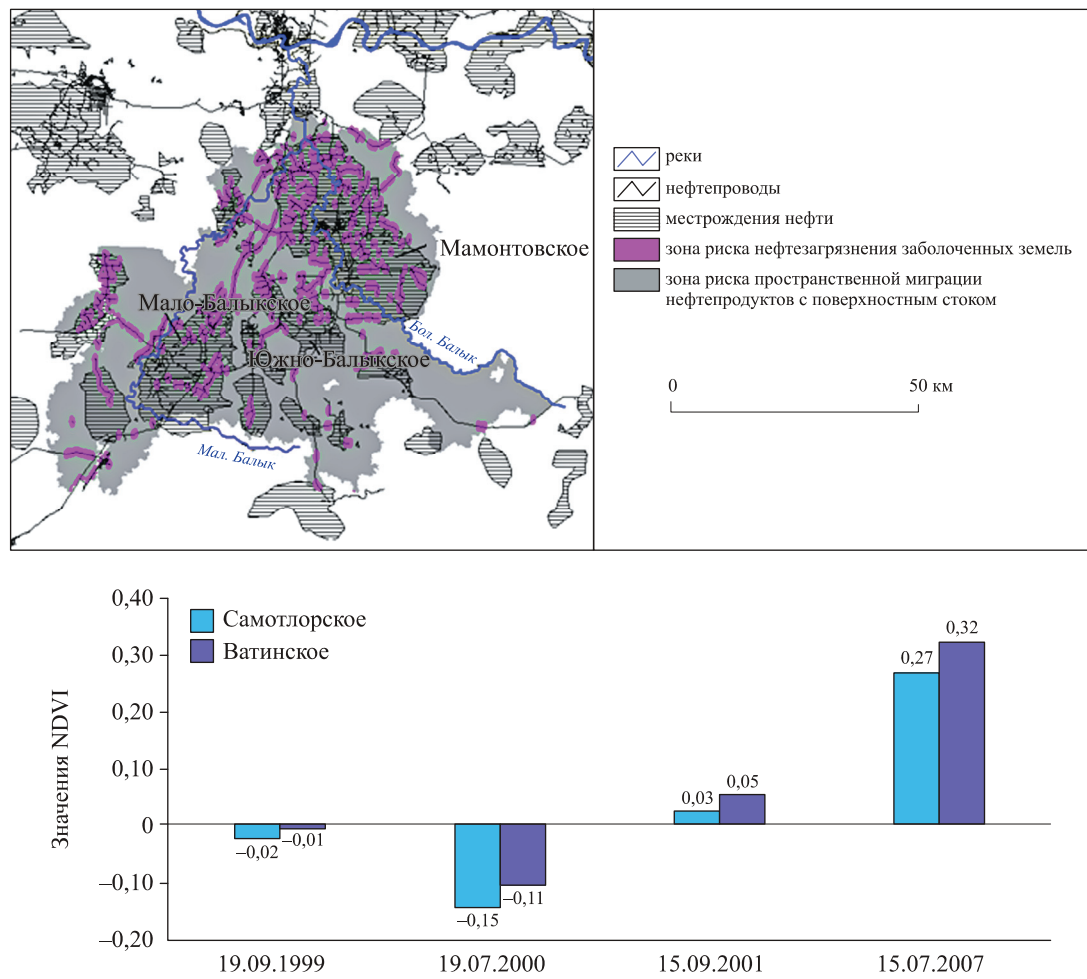


Рис. 33. Карта зоны влияния нефтеразливов на почвенно-растительный комплекс (вверху) и значения NDVI по двум месторождениям (внизу).

тот период растительность исследуемых территорий находилась в угнетенном состоянии.

Положительные значения NDVI установлены с 2001 г. (см. рис. 33, внизу).