

ПЛЕНАРНАЯ СЕССИЯ

ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ И ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛОРУССКИМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Прежде всего, позвольте еще раз от себя лично и от имени Белорусского государственного технологического университета поприветствовать всех вас на VI Международном научно-техническом форуме по химическим технологиям и по нефтегазопереработке «НЕФТЕГАЗОХИМИЯ – 2023» и поблагодарить за участие.

Белорусский государственный технологический университет (далее БГТУ) является учреждением образования с более чем 90-летней историей и занимает ведущие позиции в образовательной и научной сферах. На сегодняшний день это уникальный, динамично развивающийся инновационный и научный центр. Университет имеет высокий международный авторитет, сертифицировал свою систему менеджмента качества (СМК) в национальной и немецкой системе аккредитации DGA. Уверенно реализуется программа «Университет 3.0», при которой сочетаются образование, наука инновации и практико-ориентированная подготовка кадров. (Слайд 1)

Слайд 1



В настоящее время в состав университета входят: Институт повышения квалификации и переподготовки, 8 факультетов, 48 кафедр,

филиал БГТУ «Негорельский учебно-опытный лесхоз», 2 учебно-методических объединения в сфере высшего образования, 5 филиалов по подготовке специалистов со средним специальным и профессионально-техническим образованием (колледжей) (слайд 2).

Слайд 2



28 филиалов кафедр на предприятиях и в организациях республики, в том числе филиалы кафедр с предприятиями концерна Белнефтехим:

- филиал кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии на базе ОАО «ГродноАзот»;
- филиал кафедры технологии стекла и керамики на базе ОАО «Полоцк-Стекловолокно»;
- филиал кафедры машин и аппаратов химических и силикатных производств на базе ОАО «Крион»;
- филиал кафедры полимерных композиционных материалов на базе ОАО «Белизна».

Слайд 3



Подготовка специалистов в БГТУ осуществляется по 33 специальностям (30 + 3) общего высшего образования (бакалавриат) и 3 специальности специального высшего образования (непрерывные образовательные программы), 23 специальности специальности углубленного высшего образования (магистратура), по 26 специальностям послевузовского образования, 20 специальностям среднего специального образования, 10 специальностям профессионально-технического образования, 16 специальностям переподготовки руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование.

Для обеспечения подготовки высококвалифицированных кадров для нефтехимического комплекса в БГТУ успешно функционирует специализированная кафедра «Нефтегазопереработка и нефтехимия», которая за последние 5 лет подготовила 312 специалистов, более 60 % которых были трудоустроены на предприятия концерна Белнефтехим.

БГТУ планомерно реализует планы по подготовке инженерных кадров по новой для Республики Беларусь специальности «Промышленная водоподготовка и водоочистка», которая обеспечивает подготовку инженеров-химиков-технологов.

БГТУ на протяжении длительного времени успешно осуществляет подготовку переподготовку и повышение квалификации руководящих работников и специалистов для ведущих предприятий нефтегазохимического комплекса Республики Беларусь

Подготовка специалистов первой ступени образования для предприятий нефтегазохимического комплекса Республики Беларусь ведется по следующим специальностям (слайд 4):

Слайд 4



БГТУ ведет подготовку специалистов первой ступени образования для предприятий нефтегазохимического комплекса РБ по следующим специальностям:

- ✓ Переработка нефти и газа и промышленный органический синтез;
- ✓ Технология и переработка биополимеров;
- ✓ Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции;
- ✓ Производство и переработка полимерных материалов;
- ✓ Производство изделий из композиционных материалов;
- ✓ Производство изделий на основе трехмерных технологий;
- ✓ Автоматизация технологических процессов и производств;
- ✓ Технология неорганических веществ;
- ✓ Технологические машины и оборудование;
- ✓ Технология стекла, керамики и вяжущих материалов;
- ✓ Экономика и управление;
- ✓ Менеджмент;
- ✓ Маркетинг;
- ✓ Промышленные и коммунальные системы водоподготовки и водоочистки;
- ✓ Инженерная экология.

4

- ✓ Переработка нефти и газа и промышленный органический синтез;
- ✓ Технология и переработка биополимеров;

- ✓ *Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции;*
- ✓ *Производство и переработка полимерных материалов;*
- ✓ *Производство изделий из композиционных материалов;*
- ✓ *Производство изделий на основе трехмерных технологий;*
- ✓ *Автоматизация технологических процессов и производств;*
- ✓ *Технология неорганических веществ;*
- ✓ *Технологические машины и оборудование;*
- ✓ *Технология стекла, керамики и вяжущих материалов;*
- ✓ *Экономика и управление;*
- ✓ *Менеджмент;*
- ✓ *Маркетинг;*
- ✓ *Промышленные и коммунальные системы водоподготовки и водоочистки;*
- ✓ *Инженерная экология.*

БГТУ ведет переподготовку специалистов предприятий нефтегазохимического комплекса Республики Беларусь по следующим специальностям (слайд 5):

Слайд 5



БГТУ ведет переподготовку специалистов предприятий нефтегазохимического комплекса Республики Беларусь по следующим специальностям:

- ✓ 9-09-0711-01 «Технология неорганических веществ»;
- ✓ 9-09-0711-04 «Производство и переработка полимерных материалов»;
- ✓ 9-09-0711-08 «Инженерная экология»;
- ✓ 9-09-0722-02 «Производство строительных материалов на основе вяжущих веществ»;
- ✓ 9-09-0722-03 «Производство изделий из композиционных материалов».

Переподготовку по указанным выше специальностям проходят руководящие работники и специалисты:
 ОАО «Гродно Азот», ОАО «Белшина»
 ОАО «Беларуськалий», ОАО «Гомельский химический завод»,
 ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» другие).



5

«Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий»;

«Химическая технология вяжущих веществ и строительных материалов на их основе»;

«Технология переработки эластомеров»;

«Производство изделий из композиционных материалов»;

«Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов».

Подготовка и переподготовка кадров ведется на специализированных кафедрах, таких как:

- Кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии;
- Кафедра физико-химических методов и обеспечения качества;
- Кафедра полимерных композиционных материалов;
- Кафедра механики и конструирования;
- Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники;
- Кафедра технологии стекла и керамики;
- Кафедра экономики и управления на предприятиях;
- Кафедра менеджмента, технологий бизнеса и устойчивого развития;
- Кафедра экономической теории и маркетинга;
- Кафедра промышленной экологии;
- Кафедра химической переработки древесины.

Переподготовку по указанным выше специальностям проходят руководящие работники и специалисты ведущих организаций нефтегазохимического комплекса (ОАО «Гродно Азот», ОАО «Беларуськалий», ОАО «Гомельский химический завод», ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» другие). В 2021 году БГТУ осуществил выпуск слушателей (25 человек) из числа руководящих работников и специалистов ОАО «Гродно Азот» по специальности переподготовки «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий». Особенностью организации образовательного процесса являлось то, что в значительном объеме обучение было организовано ведущими преподавателями БГТУ на базе отдела подготовки кадров ОАО «Гродно Азот».

В настоящее время БГТУ имеет положительный опыт организации образовательного процесса переподготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов на базе ведущих предприятий отрасли.

БГТУ считает необходимым распространять опыт организации образовательных программ дополнительного образования на другие предприятия нефтегазохимического комплекса страны, что позволит:

- повысить уровень профессиональных компетенций руководящих работников и специалистов;
- наладить постоянное научно-техническое сотрудничество между специалистами ведущих организаций с профессорско-преподавательским составом и научными сотрудниками различных кафедр и структурных подразделений БГТУ;
- определить направления взаимовыгодного сотрудничества в области выполнения совместных научно-исследовательских работ, дипломных проектов по тематикам предприятия, прохождения производственных практик студентов и др.

– развивать деятельность филиалов выпускающих кафедр и отраслевых лабораторий, которые функционируют на ведущих предприятиях

Развитие международного сотрудничества является одним из приоритетных направлений деятельности университета. Динамичное развитие международных контактов, академического сотрудничества с зарубежными партнерами способствует качественной подготовке высококвалифицированных специалистов (слайд 6).

Слайд 6



В настоящий момент между БГТУ и зарубежными образовательными и научными организациями действуют 193 договора о сотрудничестве, 26 из них были заключены в течение 2022/2023 учебного года. За указанный период нашими партнерами стали:

– Институт тропических технологий Вьетнамской академии наук и технологий (Вьетнам);

– Целый ряд учебных и научных организаций Республики Зимбабве (Государственный университет Лупане, Мидлендский государственный университет; Национальный университет науки и технологий; Открытый университет Зимбабве; Технологический университет Хараре; Технологический университет Чинхойи; Университет Зимбабве;

– Технологический университет нефти (Иран);

– Учебные и научные организации КНР: Гуандунский профессионально-технический колледж коммуникаций; Гуандунский профессионально-технический колледж легкой промышленности; Гуандунский профессиональный колледж промышленности и торговли Наньхуа; Дзяньский политехнический университет; Институт прикладных технологий Сучжоуского университета; Профессионально-технический институт г. Шанжао; Профессиональный университет Цзянси; Университет Учан Шоуи; Цзянский технологический педагогический университет;

– Ряд университетов РФ: Кубанский государственный университет; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого; Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева; Санкт-Петербургский государственный экономический университет; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

– и стран СНГ : Таджикский государственный университет коммерции (Таджикистан); Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики (Таджикистан); Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми (Узбекистан).

Для повышения эффективности научных исследований и качества подготовки инженерных кадров, а также рационального использования дорогостоящего и уникального оборудования в Университет создан и развивает отраслевые лаборатории. В Университете для их слаженного функционирования и обеспечения научно-технического сопровождения развития предприятий был создан Республиканский научно-практический центр нефтехимических технологий и производств (РНПЦ) в 2020 г.

В состав центра входят отделы, научные и отраслевые лаборатории. Кроме того, РНПЦ тесно сотрудничает с кафедрами университета и центром физико-химических методов исследования, это позволяет повысить эффективность научной работы на базе БГТУ (слайд 7).

Слайд 7



Отраслевые и научные лаборатории в структуре Республиканского научно-практического центра нефтехимических технологий и производств

Научные:

1. Лаборатория нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза;
2. Лаборатория композитов, волокон и тканей, нанотехнологий в нефтехимическом комплексе;
3. Лаборатория промышленной экологии, энергоэффективности и промбезопасности;
4. Лаборатория лакокрасочных материалов и покрытий;
5. Лаборатория рециклинга и циклической экономики

Отраслевые лаборатории:

1. Отраслевая лаборатория шинной промышленности;
2. Отраслевая лаборатория «Инжиниринговый центр по апробации наноматериалов в нефтехимическом и промышленном комплексе»;
3. Отраслевая лаборатория стекла и волокнистых материалов;
4. Отраслевая лаборатория по переработке фосфатного сырья.

7

Общее количество функционирующих на базе БГТУ отраслевых лабораторий – 8, 4 отраслевые лаборатории, входящие в структуру РНПЦ, работают в интересах предприятий Концерна Белнефтехим.


Высокую эффективность работы показывают отраслевые лаборатории, работа которых организована прямо на базе предприятий, в частности, на ОАО «Полоцкстекловолокно» (слайд 8) и ОАО «Белишина» (слайд 9).

Общий объем финансирования РНПЦ по хозяйственным договорам, выполненным совместно с учеными кафедр, ежегодно составляет от 300 до 600 тыс. руб.

Слайд 8



ОТРАСЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ СТЕКЛА И
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ



Проводимые научно-исследовательские работы:

- ✓ проведение химического анализа сырья и материалов в производстве стекловолокна;
- ✓ проведение испытаний отходов камнедробления гранитоидных пород для изготовления минерального непрерывного волокна;
- ✓ разработка светоотражающих красок, наполненных стеклошариками.

9

Отраслевая лаборатория стекла и волокнистых материалов успешно сотрудничает с ОАО «Полоцкстекловолокно» и справляется с возложенными на нее задачами по повышению результативности выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, научного сопровождения инновационных проектов, опытно-промышленной апробации и внедрения в производство результатов научной и научно-технической деятельности на ОАО «Полоцк-стекловолокно», в интересах которого в настоящий момент выполняются следующие научно-исследовательские работы:

- проведение химического анализа сырья и материалов в производстве стекловолокна;
- проведение испытаний отходов камнедробления гранитоидных пород для изготовления минерального непрерывного волокна;
- разработка светоотражающих красок, наполненных стеклошариками.

В дальнейших планах лаборатории:

- развитие материально-технической базы;
- разработка нормативной базы с целью использования композитов на основе стекловолокна в строительной отрасли.
- дальнейшее сотрудничество с предприятием с целью повышения качества готовой продукции и разработка новых видов изделий.



ОТРАСЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ШИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Слайд 9



Проводимые научно-исследовательские работы:

- ✓ исследование рецептурно-технологических параметров производства диафрагм и выдача рекомендаций по их улучшению;
- ✓ разработка технологии изготовления эластомерных композиций для протектора и брекера легковых шин с повышенными эксплуатационными характеристиками;
- ✓ анализ элементного состава и структуры поверхности армирующих материалов для установления влияния их природы на монолитность резинокордных систем;
- ✓ влияние состава и технологических параметров процесса переработки резиновых смесей на конфекционные свойства полуфабрикатов;
- ✓ разработка рецептурно-технологических приемов повышения технических свойств герметизирующего слоя бескамерных шин;
- ✓ сравнительное исследование гистерезисных и динамических характеристик отечественных шин и их аналогов иностранного производства.

БЕЛШИНА

9

Отраслевая лаборатория шинной промышленности, которая является совместным проектом БГТУ и ОАО «Белишина» функционирует, в том числе, на базе предприятия и на постоянной основе обеспечивает проведение испытаний по омологации новых марок и типов сырья, разработку новых рецептур и технологии получения полуфабрикатов, а также научное сопровождение существующих технологических процессов.

В настоящее время выполняется целый ряд проектов:

– научное сопровождение мероприятий по модернизации действующих технологических процессов при производстве шин и разработке научно-практических рекомендаций по использованию новых видов сырья или корректировке технологических режимов;

– исследование влияния волоконсодержащих композитов на эксплуатационные показатели протекторных резин для СКГ шин;

– определение необходимых физико-химических характеристик новых ингредиентов шинных резиновых смесей с целью установления влияния их качественных характеристик на свойства эластомерных композиций;

– исследование рецептурно-технологических параметров производства диафрагм и выдача рекомендаций по их улучшению;

– разработка технологии изготовления эластомерных композиций для протектора и брекера легковых шин с повышенными эксплуатационными характеристиками;

– анализ элементного состава и структуры поверхности армирующих материалов для установления влияния их природы на монолитность резинокордных систем;

– влияние состава и технологических параметров процесса переработки резиновых смесей на конфекционные свойства полуфабрикатов;

– разработка рецептурно-технологических приемов повышения технических свойств герметизирующего слоя бескамерных шин;

– сравнительное исследование гистерезисных и динамических характеристик отечественных шин и их аналогов иностранного производства.

Отраслевая лаборатория по переработке фосфатного сырья (слайд 10) для базового предприятия ОАО «Гомельский химический завод» в последние годы выполнила целый ряд научно-исследовательских работ, среди которых:

– исследование солевого и минералогического состава новых видов фосфатного сырья, планируемого к переработке на ОАО «Гомельский химический завод»»;

– разработаны исходные данные для реконструкции цеха сложно-смешанных удобрений ОАО «Гомельский химический завод», в результате которой существенно увеличится мощность производства и расширится ассортимент выпускаемых минеральных удобрений;

– в рамках реализации государственной научно-технической программы учеными университета разрабатывается новая технология очистки экстракционной фосфорной кислоты ОАО «Гомельский химический завод» с получением кормовых фосфатов.

Учеными университета выполнен цикл исследований по изучению эффективности составов органоминеральных удобрительных композиций на различных тест-культурах микроорганизмов, оценки их влияния на микробиологический профиль различных типов почв и разработка оптимальных составов комплексных органоминеральных удобрений. Принципиальным отличием исследований, проводимых в БГТУ явилось совмещение процессов механохимической и микробиологической активации, а также активизация деятельности аборигенной микробиоты путем добавления органического компонента в составе вносимых удобрений.

Слайд 10



НАУЧНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ

Проводимые научно-исследовательские работы:

- исследование солевого и минералогического состава новых видов фосфатного сырья, планируемого к переработке на ОАО «Гомельский химический завод»;
- разработаны исходные данные для реконструкции цеха сложно-смешанных удобрений ОАО «Гомельский химический завод», в результате которой существенно увеличится мощность производства и расширится ассортимент выпускаемых минеральных удобрений;
- в рамках реализации государственной научно-технической программы учеными университета разрабатывается новая технология очистки экстракционной фосфорной кислоты ОАО «Гомельский химический завод» с получением кормовых фосфатов



10

Также лаборатория сотрудничала с ОАО «ГродноАзот» и проводила исследования телеметрических показателей и технологического режима работы колонны синтеза карбамида цеха карбамид 3-й очереди.

Дальнейшие планы работы лаборатории включают в себя:

– проведение исследований изменения физико-химических свойств мелкокристаллического калия хлористого галургического при производстве, хранении и транспортировке. Разработку рекомендаций, гарантирующие сохранение качества продукции у потребителя для ОАО «Беларуськалий»;

– будут продолжены работы по исследованию особенностей распределения ионогенных и гетерогенных примесей в системе $\text{CaSO}_4\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при получении ортофосфорной кислоты на основе различных видов фосфатного сырья, изучение химических и физико-химических способов ее очистки с получением кормовых фосфатов и технических солей.





Лакокрасочные материалы и покрытия – одно из активно развивающихся направлений научной деятельности РНПЦ НХТнП и БГТУ в целом.

Отраслевая лаборатория «Инжиниринговый центр по апробации наноматериалов в нефтехимическом и промышленном комплексах» (слайд 11). На базе которой, помимо прочего, проводятся исследования в направлении лакокрасочных материалов и покрытий:

- антикоррозионные лакокрасочные материалы;
- биозащитные лакокрасочные материалы;
- оценка долговечности лакокрасочных покрытий в агрессивных средах;
- синтез пленкообразователей на водной и органической основе.

Слайд 11

**ОТРАСЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
«ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР ПО АПРОБАЦИИ
НАНОМАТЕРИАЛОВ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ И
ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСАХ»**



На базе лаборатории проводятся исследования в направлении лакокрасочных материалов и покрытий:

- антикоррозионные лакокрасочные материалы;
- биозащитные лакокрасочные материалы;
- оценка долговечности лакокрасочных покрытий в агрессивных средах;
- синтез пленкообразователей на водной и органической основе

В 2023–2025 гг. планируется продолжать работы по проектам ГПНИ на 2021–2025 гг.:

- Разработка научных основ и технологий наномодификации на различных этапах получения полиэфирных и полиакрилонитрильных волокнистых материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств;
- Обоснование и экспериментальное подтверждение целесообразности применения в модельных составах полифункционального продукта переработки основной живицы, обеспечивающего усиленное физическое взаимодействие между компонентами композиции по сравнению с известными модельными составами. Установление корреляции: природа полифункционального лесохимического продукта, его содержание в композиции – основные эксплуатационные свойства модельных составов.

11

К настоящему времени университетом реализованы крупные научные проекты с ОАО «Лакокраска» (г. Лида) в рамках задания

ГНТП «Химические технологии и производства» по подпрограммам «Научно-техническое обеспечение нефтяной и химической промышленности» и «Малотоннажная химия», в результате которых разработаны и по настоящее время выпускаются грунтовка ускоренной сушки «Фастпрайм» и эмаль ускоренной сушки «Фасткоут».

Отраслевая лаборатория «Инжиниринговый центр по апробации наноматериалов в нефтехимическом и промышленном комплексах» проводит перспективные работы:

– по разработке научных основ и технологий наномодификации на различных этапах получения полиэфирных волокнистых материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств. В ходе выполнения работы установлено влияние наночастиц оксидов металлов на свойства ПЭТ. Выявлено замедление горения и упрочнение мононитей. Полученные результаты свидетельствуют об изменении продолжительности горения образцов после извлечения из пламени в зависимости от концентрации добавок. Наномодификация ПЭТ переводит его из категории средней воспламеняемости в категорию трудной воспламеняемости. Также наблюдается упрочнение ПЭТ наночастицами TiO_2 , введенными в сверхмалых количествах до 0,015 мас.%, это позволяет улучшить важнейшие эксплуатационные свойства ПЭТ нитей без существенного увеличения их стоимости.

– по разработке модельных составов, модифицированных суспензиями наноалмазных частиц, характеризующиеся повышенной температурой размягчения (на 12–13°C) и температурой каплепадения по Уббеде (на 9–10°C), пониженной технологической линейной усадкой (с 0,8 до 0,35%) при свободной заливке. Использование разработанных модельных составов обеспечит возможность их многократного использования при производстве сверхточных деталей больших геометрических размеров без потери формы модели, особенно при повышенных температурах воздуха, что повысит конкурентоспособность модифицированных составов, выпускаемых ОАО «Завод горного воска».

В 2023–2025 гг. планируется продолжать работы по проектам ГПНИ на 2021–2025 гг.:

– Разработка научных основ и технологий наномодификации на различных этапах получения полиэфирных и полиакрилонитрильных волокнистых материалов с целью улучшения их эксплуатационных свойств;

– Обоснование и экспериментальное подтверждение целесообразности применения в модельных составах полифункционального продукта переработки сосновой живицы, обеспечивающего усиленное физическое взаимодействие между компонентами композиции по сравнению с известными модельными составами. Установление корреляции: природа

полифункционального лесохимического продукта, его содержание в композиции – основные эксплуатационные свойства модельных составов.

По вышеуказанным заданиям получены положительные результаты по актуальным темам для ОАО «Могилевхимволокно» и ОАО «Завод горного воска», которые в 2023 г. будут направлены производителям для проверки их заинтересованности.

Лабораторией нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза и кафедрой нефтегазопереработки и нефтехимии совместно с лабораторией дисперсных систем Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси выполнен ряд экспериментов по очистке нефтяных коксов в реакторе электротермического кипящего слоя (ЭТКС) (слайд 12). При очистке в ЭТКС кокса нефтяного анодного марки Б (АО «ТАНЕКО») и кокса прокаленного марки Ч Челябинского электродного завода при температурах 2200–2500°C удалось снизить содержание серы в образцах в 10–20 раз, зольность – в 2–4 раза. Существенно, что наряду с очисткой кокса в нем активно формируется фаза графита. По результатам проведенных экспериментов была установлена принципиальная возможность получения в ЭТКС высокочистых дисперсных углеграфитовых материалов из сырого нефтяного кокса УЗК с организацией непрерывного технологического процесса.

Слайд 12

 **ЛАБОРАТОРИЕЙ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Проект пилотной установки гидроконверсии нефтяного гудрона производительностью 1 кг/ч



- ✓ разработана технология переработки отработанного катализатора каталитического крекинга, позволяющая получать сорбент



- Истинная плотность - 1,78 г/см³, насыпная плотность 0,8 - 1,1 г/см³ (для различных партий).
- Дисперсный состав микрогранул ОКК описывается нормальным законом распределения, их размеры находятся в диапазоне 5–100 мкм.
- Партия 1: $d_m = 14$ мкм, СКО $\sigma_4 = 1,36$;
- Партия 2: $d_m = 68$ мкм, СКО $\sigma_4 = 1,14$

13

В процессах гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков с кипящим слоем катализатора типа H-Oil ограничивающим фактором для глубины переработки является разрушение нефтяной дисперсной системы с выделением из нее фазы асфальтенов при достижении определенной степени конверсии сырья. Асфальтены осаждаются на катализаторах, блокируя доступ к активным центрам, формируют коксовые отложения на внутренней поверхности оборудования и трубопроводов, нарушая оптимальный гидродинамический и тепловой режим процесса,

забивают трубную арматуру, снижая надежность и управляемость системы. Решением проблемы видится развитие процессов суспензионного гидрокрекинга с использованием наноразмерных катализаторов, синтезируемых *in situ* из водо- или маслорастворимых прекурсоров.

В совместной лаборатории нефтехимических продуктов Белорусского государственного технологического университета и Института химии новых материалов НАН Беларуси изучаются процессы суспензионной гидроконверсии тяжелых нефтяных остатков и их смесей с возобновляемым сырьем (древесной биомассой) в присутствии сульфидов переходных металлов. Синтезирован новый маслорастворимый прекурсор дисульфида молибдена на основе тетрагетрамолибдата аммония и четвертичной аммонийной соли (слайд 12). Прекурсор проявляет свойства ионной жидкости, растворим в ароматических углеводородах, разлагается в углеводородной среде до сульфидов при температурах 240–340°C, не требует дополнительного сульфидирующего агента, образует частицы диаметром 50–100 нм, проявляющие высокую каталитическую активность в реакциях гидроконверсии асфальтенов. Как видно, в результате гидрокаталитической переработки асфальта в нем уменьшилось содержание асфальтенов более чем в 2 раза преимущественно за счет их превращения в смолы и нейтральные масла. С целью масштабирования процесса разработан проект пилотной установки гидроконверсии нефтяного гудрона и его смесей с древесной биомассой в присутствии наноразмерных катализаторов (слайд 13).

Слайд 13



ЛАБОРАТОРИЯ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Показатель	Кокс заводской марки БАО «ТАНЕКО»		Промысловый кокс Челябинского электрохимического завода	
	до термобработки	после термобработки	до термобработки	после термобработки
Температура термобработки, °С	—	2200	—	2500
Массовая доля серы, %	3,4	0,3	1,6	0,08
Зольность, %	0,2	0,09	0,2	0,05
Массовая доля влаги, %	9,0	—	—	—
Массовая доля летучих, %	11	—	—	—
Степень графитизации, %	—	30,0	—	84,0
Удельное электрическое сопротивление, Ом·см	> 10 МОм·см	19,0	30,0	11,6



- ✓ очистка нефтяных коксов;
- ✓ получение высококачественных дисперсных углеграфитовых материалов из нефтяного кокса;
- ✓ развитие процессов суспензионного гидрокрекинга с использованием наноразмерных катализаторов, синтезируемых *in situ* из водо- или маслорастворимых прекурсоров;



12

В процессе каталитического крекинга углеводородов нефти образуется отработанный катализатор – материал высокой степени дисперсности и однородного состава (Слайд 13). Разработана технология переработки отработанного катализатора каталитического крекинга, позволяющая получать сорбент, не уступающий по сорбционной способности цеолитам, и лантансодержащий концентрат. Полученный сорбент может использоваться для извлечения из воды тяжелых металлов, азота аммонийного. Сорбционная емкость в зависимости от сорбируемого иона может достигать 4 мг-экв/г (слайд 13).

Разработаны аппретурующие добавки серии “Преамидин” на основе катионных ПАВ, которые применяются в ОАО “Полоцк-Стекловолокно” в качестве компонентов замасливателей при производстве стеклонити взамен дефицитного импортного реагента “Карбозолин” (Справочно: производство аппретурующих добавок “Преамидин” налажено в Беларуси в г. Новолукомль по лицензионному договору, заключенному с университетом).

Лаборатория принимала участие в работах по определению состава нефти, в частности, при превышении концентраций хлорсодержащих компонентов.

ОАО «Нафтан» тесно сотрудничает с Инновационно-промышленным новополоцким нефтехимический кластером и лабораторией нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза. В настоящее время ведется совместная работа по отладке технологии получения базовых масел 3 группа на базе остатков гидрокрекинга.

*ОАО «Мозырский НПЗ», согласно Уставу, не занимается НИОКР. Услуги, связанные с проведением исследований, закупаются Обществом на конкурсной основе и выполняются, как правило, научно-исследовательскими центрами компаний – лицензиаров нефтехимических процессов и производителей катализаторов, имеющих международную аккредитацию. В связи с чем, первым шагом в развитии отраслевой лаборатории **нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза** станет подписание соглашения о создании отраслевой лаборатории с с ОАО «Мозырский НПЗ».*

– по исследованию влияния повышенного содержания сероводорода в нефти на скорость коррозии конструкционных материалов, из которых изготовлены технологические трубопроводы и оборудование установки первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АТ); исследований негативного влияния поглотителей сероводорода в нефти на процессы её переработки.

Лаборатория промышленной экологии, энергоэффективности и промышленной безопасности (слайд 14) выполняла работы по следующим направлениям:

– проведение технологического мониторинга системы водоотведения и полей фильтрации ЗАО «Витэкс» на производственной площадке д. Теплень;

– реконструкция канализационных сооружений биологической очистки стоков ЗАО «Витэкс»;

– проведение технологического мониторинга системы водоотведения СП «Белита» ООО на производственной площадке д. Теплень и определение количественных и качественных характеристик производственных стоков и проведение в лабораторных условиях экспериментальных исследований технологии очистки производственных сточных вод СП «Белита» ООО с выдачей рекомендаций по наиболее эффективной системе очистки;

– проведение технологического мониторинга системы водоотведения ОАО «Минский молочный завод №1», Воложинский ПУ.

– исследования влияния повышенного содержания сероводорода в нефти на скорость коррозии конструкционных материалов, из которых изготовлены технологические трубопроводы и оборудование установки первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АТ); исследований негативного влияния поглотителей сероводорода в нефти на процессы её переработки;

Слайд 14



**ЛАБОРАТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ,
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

Работы выполняемые на базе лаборатории работы:

- ✓ проведение технологического мониторинга системы водоотведения и полей фильтрации ЗАО «Витэкс» на производственной площадке д. Теплень;
- ✓ реконструкция канализационных сооружений биологической очистки стоков ЗАО «Витэкс»;
- ✓ проведение технологического мониторинга системы водоотведения СП «Белита» ООО на производственной площадке д. Теплень и определение количественных и качественных характеристик производственных стоков и проведение в лабораторных условиях экспериментальных исследований технологии очистки производственных сточных вод СП «Белита» ООО с выдачей рекомендаций по наиболее эффективной системе очистки;
- ✓ проведение технологического мониторинга системы водоотведения ОАО «Минский молочный завод №1», Воложинский ПУ.
- ✓ исследования влияния повышенного содержания сероводорода в нефти на скорость коррозии конструкционных материалов, из которых изготовлены технологические трубопроводы и оборудование установки первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АТ); исследований негативного влияния поглотителей сероводорода в нефти на процессы её переработки;

14

Отдел аппаратурного оформления, автоматизации, цифровых технологий, проектирования и инжиниринга (слайд 17) тесно сотрудничает с ОАО «КРИОН»

Выполнены работы:

- расчет процесса утилизации вторичных энергетических ресурсов второй ступени воздушного компрессора;
- разработка норм расхода и потерь при наполнении и хранении газов.

и ОАО «Завод горного воска», для которого выполнялась работа по исследованию материала вкладышей подшипников скольжения химических насосов;

- ведутся разработки по развитию и внедрению энергетических накопителей.

Слайд 17



**ОТДЕЛ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ,
АВТОМАТИЗАЦИИ, ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА**

Выполнены работы:

- расчет процесса утилизации вторичных энергетических ресурсов второй ступени воздушного компрессора;
- разработка норм расхода и потерь при наполнении и хранении газов.

и ОАО «Завод горного воска», для которого выполнялась работа по исследованию материала вкладышей подшипников скольжения химических насосов;

- ведутся разработки по развитию и внедрению энергетических накопителей.

В дальнейшем отдел планирует выполнение следующих НИР:

- исследование качественного состава газов, образующихся при высокотемпературном нагревании обожженного порошкообразного магнезита, смешанного с жидким лигносульфонатом (сотрудничество с ПАО «Комбинат «Магнезит» (г. Сатка, Россия);
- исследование влияния кавитационного воздействия на качественные показатели питьевой воды» (на рассмотрении у заказчика).

17

В дальнейшем отдел планирует выполнение следующих НИР:

- исследование качественного состава газов, образующихся при высокотемпературном нагревании обожженного порошкообразного магнезита, смешанного с жидким лигносульфонатом (сотрудничество с ПАО «Комбинат «Магнезит» (г. Сатка, Россия);

- исследование влияния кавитационного воздействия на качественные показатели питьевой воды» (на рассмотрении у заказчика).

В 2023 году БГТУ вошел в состав научно-производственного кластера на базе ОАО «Могилевхимволокно».

- филиал кафедры полимерных композиционных материалов на базе ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий».

Специалисты РНПЦ НХТиП и ученые БГТУ принимают участие в доработке Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года, а также в научном сопровождении

технологических процессов и инновационном развитии предприятий концерна Белнефтехим. На базе БГТУ ежегодно проводятся рабочие встречи и совещания по вопросам функционирования и развития предприятий отрасли.

Отраслевыми лабораториями БГТУ в 2022 году выполнены научные исследования и разработки на сумму порядка 1,5 млн. руб., что в 1,83 раза выше, чем в 2021 году, из них внебюджетное финансирование по отраслевой науке возросло в 2,74 раза (74,5 %). Экономический эффект на предприятиях, полученный от внедрения результатов НИР за последние 2 года превысил 6 млн. бел. руб.

Экспортная ориентированность отраслевых лабораторий БГТУ за 2022 год составляет порядка 7 %.

В настоящее время ведутся работы по расширению материально-технической базы существующих отраслевых лабораторий, а также прорабатываются направления для создания отраслевой лаборатории на базе научной Лаборатории нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза.

Специалистами РНПЦ Нефтехимических технологий и производств совместно с учеными БГТУ ежегодно организуют и проводят международный форум по вопросам нефтехимической и газовой переработки «Нефтегазохимия», который способствует налаживанию контактов между учеными и специалистами предприятий (слайд 18).

Слайд 18

Международные научно-технические форумы по химическим технологиям и нефтегазопереработке «Нефтегазохимия» на базе БГТУ

- В работе форумов приняли участие представители Нацсобрания РБ, Исполнительного комитета СНГ и Союзного государства, Евразийской экономической комиссии, НАН Беларуси, ГКНТ, Национального агентства инвестиций и приватизации, Россотрудничества, представители государственных органов, высших учебных заведений, производственных и научных организаций Республики Беларусь, ближнего и дальнего зарубежья.
- В рамках научно-технического форума «Нефтехимия-2018» подписан меморандум о создании научно-образовательного консорциума высших учебных заведений Беларуси и Польши.
- В рамках научно-технического и инвестиционного форума «Нефтехимия-2019» состоялось заседание Научного совета по нефтехимии Международной ассоциации академий наук.
- В материалах Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития химического и нефтегазохимического комплекса», проводимой ежегодно в рамках форума, с 2018 по 2021 годы опубликовано более 300 научных докладов.
- В период проведения форумов организации Концерна «Белнефтехим» презентовали образцы новых видов продукции, научные организации и учебные заведения республики представили результаты разработки новых технологий для химических и нефтехимических производств
- В конкурсах стартапов молодых ученых приняли участие студенты и аспиранты БГТУ, Ярославского государственного технического университета, Санкт-Петербургского горного университета, Кузбасского государственного технического университета, Технического университета Кайзерслаутерна.

18

Ученые университета выполняют широкий спектр исследований для предприятий нефтехимического комплекса. Это перспективные

полимерные, композиционные материалы и наноматериалы, химические волокна, эластомеры, шины, лаки и краски, прогрессивные технологии основного неорганического и органического синтеза, нефтепереработки, производства удобрений и солей, высокоэффективные машины и оборудование, продукты глубокой химической переработки древесины, химические реагенты и компоненты для различных отраслей промышленности, вопросы природопользования и промышленной экологии, охраны окружающей среды, автоматизация и управление химико-технологическими процессами, экономика отрасли, IT-технологии.

Учеными БГТУ ведутся разработки и в других отраслях промышленности:

1. Разработаны регулярно-структурированные насадки для тепло- и массообменных аппаратов предназначены для повышения эффективности массообмена за счет увеличения поверхности контакта фаз. Основные области их применения – это очистка газов от вредных химических соединений в массообменных колоннах после технологического оборудования, разделения жидких смесей на компоненты, сепарация газа (абсорбция, десорбция, ректификация).

Внедрение разработанных структурированных насадок решает сразу две задачи: увеличивает производительность массообменных аппаратов и их эффективность, а также снижает зависимость от зарубежных поставщиков внутриколонного оборудования, т.е. повышает экономическую безопасность предприятия.

2. Специалистами БГТУ разработана система комплексной оценки параметров гидродисперсных сред, которая предназначена для управления технологическими процессами в ходе проведения дозирования или контроля за качеством жидких сред.

Динамика капиллярной пропитки используется в двух направлениях. Первое – оценка гидрофобности осадков в процессах их получения, обработки и обезвоживания осадков. Для многих производств состав осадков не является постоянным, что требует изменения степени их обработки. Время капиллярного впитывания позволяет оптимизировать дозировку реагентов в процессе переработки осадков. Имеется многолетний опыт использования устройств Capillary Suction Time (CST) и подобной разработки БГТУ для оптимизации процессов очистки сточных вод и нефтедобычи, в частности, при механическом обезвоживании плотных глинистых суспензий и осадков промывных фильтров при очистке воды; обработке активных илов; для установки параметров работы фильтров и центрифуг; повышении производительности сепарации механического преректификационного процесса; при определении подходящего электролита и полимера

для снижения проницаемости вокруг ствола скважины нефтедобычи и множество других применений при обработке минералов в угольной и горнодобывающей промышленности; при производстве бумаги; сахара; в металлургии.

Второе – время капиллярного впитывания используется при оценке качества бумаги при его производстве для обеспечения соответствия техническим условиям.

3. Одной из значимых проблем предприятий-переработчиков плотных горных пород, например, гранитов, является образование побочного продукта переизмельченной породы (отсевов дробления) с размером частиц < 5 мм. Существующие технологии измельчения гранитного сырья обеспечивают уровень выхода отсевов не ниже 35-45 % от объема производимого товарного продукта - щебня. Потенциальными потребителями отсевов являются дорожно-строительные компании, производители бетонов, сухих строительных смесей, керамических и железобетонных изделий и др.

Отсевы дробления гранитных пород являются продуктом местного значения, поэтому миллионы тонн отсевов в течении десятилетий вывозятся в отвалы и накапливаются там, ухудшая экологическую обстановку регионов. К примеру, предприятие РУПП «Гранит» (г. Микашевичи) ежегодно направляет в отвалы выше 3,75 млн т отсевов.

В БГТУ в ходе изучения отсевов гранитоидных пород Микашевичского месторождения выявлена зависимость их химико-минералогического состава от размеров частиц породы. В частности, по мере повышения дисперсности отсева имеет место обогащение породы полевошпатовыми и темноцветными минералами в ущерб содержанию свободного кремнезема (кварца). Таким образом, пылевидная фракция отсевов вовсе не содержит кварца, а их химический и минералогический составы близки к базальтовым породам, широко используемым в производстве минерального волокна, как непрерывного, так и штапельного.

Проведенными исследованиями в лабораторных условиях, а также полупромышленными испытаниями в условиях ОАО «Полоцк-Стекловолокно» доказана пригодность обогащенных отсевов пород Микашевичского месторождения к производству минерального волокна.

При проведении промышленных испытаний получены партии волокон как по двухстадийной, так и по одностадийной технологиям. Качественные показатели полученного волокна не уступают таковым для базальтовых волокон (диаметр элементарного волокна 7,5–7,8 мкм для двухстадийной технологии и 11–12 мкм – для одностадийной).

Ректор УО «Белорусский государственный
технологический университет»

И.В. Войтов