

ОТЗЫВ

официального оппонента Баннова Александра Георгиевича, доктора химических наук, профессора кафедры химии и химической технологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на диссертационную работу Стрелкова Василия Александровича на тему: «Разработка технологии получения активных углей на базе нефтяного кокса и высококипящих продуктов нефтепереработки и нефтехимии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Актуальность темы диссертации

Активные угли (АУ) являются одним из самых массовых типов активных углей, используемых для очистки газов и жидкостей. Технология их производства включает использование в качестве сырья каменных углей, требующий определенный набор технологических процессов для получения углеродного сорбента. Используемое в настоящее сырье, имеет сравнительно высокую себестоимость, а также в процессе добычи и подготовки несет значительную экологическую нагрузку. Эти факторы направляют исследователей на поиски более эффективного сырья с экономической и экологической точки зрения. С другой стороны перед нефтепереработкой стоит задача более полной трансформации продуктов в продукцию с высокой добавленной стоимостью, поэтому получение такого нетопливного продукта – АУ, позволяет существенно улучшить рентабельность производства.

Поэтому работа Стрелкова В.А. посвященная разработке технологии получения активированных углей с использованием нефтяного кокса и высококипящих продуктов нефтепереработки, является, несомненно, актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Подтверждение научных положений, выводов и рекомендаций, отраженных в диссертационной работе обусловлено использованием современного оборудования и методов (термогравиметрических, адсорбционных) определения характеристик полученных активированных углей. Все результаты работы основаны на эмпирических данных и подтверждаются воспроизводимыми экспериментами. В работе используются математические и статистические модели, позволяющие подтвердить характеристики сорбентов (удельная площадь поверхности, предельный объем сорбционного пространства и объем микропор) полученные на лабораторной установке. Представленные результаты подтверждаются ранее опубликованными исследованиями в области получения углеродных сорбентов.

Достоверность и новизна научных исследований

Достоверность результатов, представленных в работе определяется сходимостью эмпирических и расчетных данных, различие которых лежит в зоне погрешности приборов определения удельной поверхности готового сорбента и не превышает значение 1 %. Расчетные данные, представленные в работе получены с помощью компьютерного интеллекта.

Установлена связь параметров технологического процесса (температуры и времени активации и карбонизации) и характеристиками готового сорбента.

Установлены оптимальные температурные параметры и набор стадий (карбонизация сырья при 700 °С и активация полупродукта при 800 °С), обеспечивающие получение гранулированных активированных углей на основе нефтяного кокса с высокими характеристиками удельной поверхности.

Установлена рекомендуемая рецептура смешения нефтяного кокса с традиционной угольной основой (1 : 3), что обеспечивает стабильные результаты удельной поверхности активированного угля до 800 м²/г.

Значимость результатов диссертации для науки и практики.

Теоретическая значимость заключается в подтверждении возможности применения нефтяного кокса в качестве компонентов сырья для получения дробленых и гранулированных активированных углей. Описана технологическая схема переработки нефтяного кокса в углеродные сорбенты, а также технологические параметры стадий процесса. Описан процесс управления качеством готового продукта в зависимости от состава сырьевых компонентов.

Установлена возможность повышения глубины переработки нефти за счет использования нефтяного сырья по нетопливному варианту, как перспективного сырья для получения углеродных сорбентов. Установлены параметры технологического процесса (температура и время термообработки), позволяющие использовать нефтяной кокс в качестве сырья для активированных углей с высокой эффективностью.

Предложены рецептуры, позволяющие повысить экологичность процесса производства активированного угля, одновременно позволяющие использовать продукты с низкой добавочной стоимостью в качестве ценных сырьевых компонентов. АО «Сорбент» подтверждает эффективность решения актом о внедрении результатов исследования.

Практическая значимость работы также подтверждается двумя патентами РФ на изобретения.

Оценка содержания диссертации.

Диссертационная работа изложена на 159 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 134 наименования.

Во введении актуальность темы исследования, показана научная новизна, практическая и теоретическая значимость исследования, сформулированы цель и задачи.

В первой главе раскрыто изучение литературных источников по теме исследования. Описаны способы применения альтернативных источников сырья для получения углеродных сорбентов, которые не нашли

промышленного применения, что подтверждает важность исследования в данной области.

Во второй главе описаны объекты исследования (нефтяные коксы марок КЭС-1, КЭС-2, КЭЛ-1), а также представлено их сравнение с традиционными видами сырья, используемыми в производстве активированных углей. Представлены инструментальные методы исследования, применяемые в работе для изучения поверхностных характеристик угольной основы и нефтяных коксов, как потенциального сырья для углеродных сорбентов.

В третьей главе описывается влияние параметров процесса получения дробленого активного угля на его характеристики. Определяется оптимальный набор стадий переработки нефтяного кокса для получения сорбента с удельной поверхностью до $450 \text{ м}^2/\text{г}$. Показано, что карбонизация нефтяного кокса при $700 \text{ }^\circ\text{C}$ необходима для развития пористой структуры в нефтяном коксе на первичном этапе и, как следствие, улучшения характеристик готового продукта.

В четвертой главе описано исследование технологического процесса получения гранулированных активных углей. Установлено влияние твердых и жидкофазных сырьевых компонентов на поверхностные характеристики готового продукта. Подобран оптимальный состав угольной основы, позволяющий получать активированные угли с развитой удельной поверхностью до $800 \text{ м}^2/\text{г}$. Установлена линейная зависимость изменения поверхностных характеристик от состава угольной основы сорбента на стадии подготовки сырья, разработаны эмпирические уравнения, позволяющие с высокой точностью (98-99%) прогнозировать характеристики готового продукта.

Конкретные пути использования результатов диссертационной работы.

Разработанная технология получения активированного угля на базе нефтяного кокса применима в производствах углеродных сорбентов. Это

позволит повысить эффективность действующих мощностей за счет применения более дешевого сырья, что свою очередь поднимет конкурентоспособность отрасли. Помимо этого, нельзя не отметить вклад в снижение экологической нагрузки промышленного производства. Современный тренд нефтепереработки в РФ – это повышение полноты переработки продуктов производства. Поэтому трансформация ряда продуктов нефтепереработки в более прибыльные, с точки зрения экономики, материалы, является одним из ключевых направлений, которое было раскрыто в диссертационной работе.

Оценка качества публикаций.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в девяти научных трудах. 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, два патента на изобретение, в три работы в материалах научных конференций, что подтверждает высокое качество работы, уровнем научных журналов, патентами и апробациях на конференциях. Работа достаточно полно апробирована на ведущих международных и всероссийских конференциях.

Замечания и вопросы по работе.

Работа оставляет положительное впечатление. Проведена очень большая экспериментальная работа, позволившая получить оригинальные данные. Можно сформулировать следующие замечания:

1. В Положении №1, выносимом на защиту, указан диапазон размеров пор 1-4 нм. Таким образом, в получаемом материале присутствуют мезопоры. Однако в работе я не увидел рационального объяснения природы, механизма возникновения мезопор в таких образцах активных углей. Фактически в работе много говорится об удельной площади поверхности, но изменению долей микропор/мезопор в материалах при их активации уделяется мало внимания, хотя вопрос представляет значительный практический интерес для сорбции, катализа и других областей применения АУ.

Значения удельной поверхности микропор по Дубинину-Радущкевичу и значения удельной поверхности по БЭТ трудно сравнивать между собой, хотя практически во всей работе они присутствуют в избытке.

Целесообразнее было бы использовать метод ВЖН и на основании него получать удельную площадь поверхности, относящуюся к мезопорам и микропорам.

2. Стр. 44, табл. 2.1. Удельная площадь поверхности, указанная в таблице, имеет два знака после запятой. Учитывая крайне низкую пористость такого твердого сырья, важно отметить, что даже десятые доли $\text{м}^2/\text{г}$ не являются здесь статистически значимыми с точки зрения методики низкотемпературной адсорбции азота.

3. Некоторая терминология, используемая в работе, отличается от общепринятой; отсутствует единство терминологии. Например, стр. 30 «смолисто-асфальтные вещества (САВ)», что отличается от общепринятой формулировки САВ. На рисунке 3.6 указано по оси Y «Удельная площадь...», на рисунке 3.5 «Удельная поверхность...» и последнее выражение более часто употребляется в работе. На рисунке 4.2 ось X показана с ошибками.

4. В работе представлен анализ большого числа образцов АУ, но фактически, анализ элементного состава полученных материалов отсутствует. Наряду с широкими исследованиями текстурных характеристик, следовало бы более полно установить зависимость элементного состава углеродного материала от используемого сырья (тяжелых продуктов нефтепереработки), поскольку помимо углерода, многие другие элементы будут переходить из состава гудронов, газойлей коксования в АУ.

Заключение

Считаю, что диссертационная работа Стрелкова В. А. «Разработка технологии получения активных углей на базе нефтяного кокса и высококипящих продуктов нефтепереработки и нефтехимии» соответствует паспорту специальности 2.6.12. - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» по пунктам 8 «Разработка новых процессов переработки органических и минеральных веществ твердых горючих ископаемых с целью получения продуктов топливного и не топливного назначения», 9 «Производство углеродистых восстановителей и сорбентов» и

