

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Каратун Ольги Николаевны на диссертационную работу Гафаровой Элизы Багаутдиновны «Подбор эффективных отечественных адсорбентов для глубокой осушки природного газа при производстве СПГ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Актуальность темы диссертации. Согласно долгосрочной программе развития СПГ в РФ его объем к 2035 г. может увеличиться в три раза. В документе представлены различные мероприятия, направленные на повышение конкурентоспособности отрасли. Важнейшей предпосылкой для развития станет расширение использования российских технологий и оборудования, предназначенных для сжижения и очистки газа. Особенно актуальным становится развитие как крупнотоннажного, так и малотоннажного производства СПГ, так как это будет способствовать реализации национальных проектов по ускорению газификации и обеспечению энергоресурсами регионов, расположенных вдали от магистральных газопроводов.

Одним из важнейших технологических этапов производства СПГ является глубокая осушка газа для последующего его сжижения. При охлаждении газа в системе происходит конденсация водяных паров, которые с компонентами природного газа образуют газогидраты. Отлагаясь на технологических трубопроводах, дросселях или попадая в детандер, они приводят к аварийным остановкам. В связи с вышеописанным использование отечественных адсорбентов в глубокой адсорбционной осушке природного газа становится актуальным для обеспечения импортозамещения при создании новых технологий и техники для производства СПГ.

Таким образом, данное исследование имеет важное значение как для промышленности, так и для науки, способствуя улучшению технологических процессов и устойчивому развитию энергетического сектора и, безусловно, является **актуальным**.

Достоверность и новизна результатов диссертации. Достоверность результатов проведенных исследований подтверждена значительным объемом экспериментальных данных, полученных при проведении экспериментов на современном оборудовании с использованием стандартных физико-химических

методов анализа, а также высокой сходимостью полученных результатов измерений. Результаты научно-исследовательской работы согласуются с опубликованными в литературе экспериментальными данными.

Новизна работы заключается в следующем:

1. Установлены особенности структуры и адсорбционных свойств адсорбентов на основе проведения комплексных сравнительных исследований современными физико-химическими методами состава, кристаллохимической и пористой структуры, термофазовых превращений, адсорбционных свойств промышленных отечественных и зарубежных адсорбентов, применяемых в осушке газов и показана эффективность использования отечественных промышленных адсорбентов при производстве СПГ;
2. Получены кинетические зависимости процесса глубокой осушки газа с использованием отечественных адсорбентов на основе цеолитов А и Х в сравнении с применяемыми зарубежными цеолитными адсорбентами и установлена эффективность использования отечественных промышленных адсорбентов;
3. Разработаны модельные схемы механизма адсорбции влаги и регенерации адсорбента на основе комплексных исследований кинетики адсорбции влаги и регенерации адсорбента, пористой структуры, термофазовых превращений адсорбентов и показана ведущая роль ОН-групп в структуре адсорбентов для образования межмолекулярных водородных связей и обеспечения высокой адсорбционной активности сорбентов глубокой осушки газа в сравнении с донорно-акцепторными центрами в адсорбентах;
4. Установлены особенности дегидроксилирования структуры отечественных и зарубежных адсорбентов на основе цеолитов А и Х методом дифференциально-термического анализа.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В диссертационной работе Гафаровой Э.Б. проведен подбор эффективных отечественных адсорбентов для глубокой осушки природного газа при производстве СПГ и других процессах, требующих аналогичной степени осушки, на основе комплексного изучения адсорбционно – десорбционных свойств, фазовой и пористой структуры, химического состава, термической стабильности структуры отечественных и зарубежных промышленных адсорбентов.

Диссертационная работа представляет собой самостоятельное научное исследование, выполненное в соответствии с современными требованиями. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, основаны на экспериментальных данных и наглядно продемонстрированы в таблицах и рисунках.

Обоснованность выдвинутых диссертантом научных положений, выводов и рекомендаций *подтверждается наличием опубликованного по теме диссертации 21 научного труда*, в том числе 12 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, индексируемых в Web of Science, Scopus и RSCI, из которых 11 за последние пять лет; 9 научных тезиса в сборниках материалов региональных, всероссийских и международных конференций.

Ценность для науки и практики результатов работы:

1. Опубликовано учебное пособие «Технологический расчет адсорбционной осушки природного газа» (Мельников В.Б., Федорова Е.Б., Макарова Н.П., Гафарова Э.Б., Москва, Издание РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина), которое служит основой для курсовых работ, дипломных проектов и используется в курсах, связанных с проектированием адсорбционных установок осушки и очистки природного газа, где важно учитывать эффективность процессов осушки; в курсах, связанных с процессами разделения и очистки газов, где обсуждаются методы адсорбции и их применение в промышленности; в рамках научных проектов или лабораторных работ, где студенты проводят эксперименты по тестированию адсорбентов и анализ их эффективности.

2. При выполнении работ по анализу технологий глубокой осушки природного газа в ООО «Сахалинская Энергия» внедрены рекомендации по подбору эффективных отечественных адсорбентов для глубокой осушки природного газа при производстве СПГ, а также по оптимальным условиям регенерации адсорбентов.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание, актуальность темы исследования, новизну и значимость полученных результатов, содержит все основные положения и выводы.

По диссертации имеются следующие замечания и вопросы:

1. В методике 2.10. указано, что объемная скорость подачи азота составляла 250 ч^{-1} , но при этом не совсем понятно, какой объем адсорбента был загружен в адсорбционную колонку и какой при этом был объемный расход продувочного газа;
2. В рамках данной работы не лишним было бы провести комплексные, сравнительные исследования на комбинированных слоях адсорбентов;
3. В тексте встречаются стилистические ошибки.

Однако эти недостатки не носят принципиального характера и не снижают общий уровень работы, а ее результаты обладают научной новизной и практической ценностью.

Заключение. Диссертационное исследование Гафаровой Элизы Багаутдиновны на тему «Подбор эффективных отечественных адсорбентов для глубокой осушки природного газа при производстве СПГ» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи по комплексной, сравнительной оценке эффективности отечественных и зарубежных адсорбентов, имеющей важное значение как для промышленности, так и для науки, способствуя расширению научных и практических знаний о глубокой адсорбционной осушке газа и поглотительных свойствах различных промышленных адсорбентов. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Гафарова Элиза Багаутдиновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры химической технологии нефти и газа
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
доктор технических наук (05.17.07 - Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ),
профессор
Каратун Ольга Николаевна

29.11.2024 г.

Подпись Каратун О.Н. заверяю.



Контактные данные: karatunon@mail.ru

Адрес места работы:

414056, Астраханская область, городской округ город Астрахань, г. Астрахань,
ул. Татищева, стр. 16/1,

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Контактные данные: тел./факс 61-43-66; e-mail: astu@astu.org