

ОТЗЫВ

**официального оппонента кандидата химических наук
ХАЙРУЛИНА СЕРГЕЯ РИФОВИЧА на диссертационную работу Якупова
Марата Мусаевича на тему «Регулирование химического состава
автомобильных бензинов с целью уменьшения выбросов диоксида
углерода в атмосферу», представленную к защите на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. –
Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

1. Актуальность темы диссертационного исследования

На глобальное потепление климата существенное влияние оказывают выбросы парниковых газов. CO₂ - основной парниковый газ, который выделяется при сжигании ископаемых видов топлива. Широкомасштабное сотрудничество между странами становится неотъемлемой частью борьбы за будущее нашей планеты. Логическим доказательством тому является принятое странами в рамках Рамочной конвенции ООН в 2015 году Парижское соглашение. Присоединение РФ в 2019 г. к данному соглашению играет большую роль в развитии научных исследований, практических действий в области охраны окружающей среды и разработке мероприятий по снижению выбросов парниковых газов.

Исследования мирового опыта перехода к низкоуглеродной модели развития транспортного сектора позволяет сделать вывод о том, что большинство инновационных методов снижения выбросов CO₂ в автомобильном транспорте имеют существенный недостаток - высокую стоимость инфраструктуры для реализации данных проектов и, как правило, относятся к процессам *up stream*, то есть борются с уже «химически» сформированным диоксидом углерода.

Количество выбросов углекислого газа, как продукта сгорания топлива зависит в первую очередь от химического состава топлива (содержания углерода). Таким образом, регулирование состава моторных топлив следует считать одним из возможных и экономичных вариантов снижения углеродного следа от автотранспорта, который не требует изменения конструкции двигателей внутреннего сгорания или внедрения новых приемов улавливания или конверсии CO₂.

В связи с вышеизложенным актуальность темы диссертационной работы Якупова М.М. не вызывает сомнений, поскольку посвящена комплексу мер по сокращению выбросов CO₂ путем регулирования химического состава бензина.

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

Научные положения и рекомендации, приведенные в диссертационной работе Якупова М.М., основаны на систематическом анализе литературного материала, а также обработке полученных соискателем результатов экспериментальных исследований и анализа статистических данных.

Выводы, сформулированные в диссертации, являются научно обоснованными и характеризуют результаты анализа научной литературы,

проведения экспериментальных исследований, выполненных по стандартным методикам. Обоснованность научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации также, не вызывает сомнений.

3. Достоверность и новизна результатов исследования

Проведенные и описанные в работе исследования базируются на детальном анализе химического состава наиболее распространенных высокооктановых компонентов бензинов и их физико-химических и теплофизических свойств.

Все положения, выводы и результаты диссертационной работы Якупова М.М. являются новыми, достоверными, самосогласованными и подтвержденными в рамках апробации работы.

Теоретические положения и зависимости, представленные в работе, соответствуют современным положениям нефтехимии и химической технологии. Достоверность результатов диссертационной работы обеспечена применением современной приборной базы и стандартных методик обработки экспериментальных данных.

Научная новизна заключается в разработке количественного метода оценки основных углеводородов и высокооктановых компонентов товарных бензинов по удельным выбросам CO_2 . Доказано, что углеводороды и компоненты бензина по удельным выбросам сильно отличаются друг от друга. Расчетным путем показано, что разница между массовыми коэффициентами удельных выбросов высокооктановых компонентов автомобильных бензинов может достигать 143 % (например, между толуолом и метанолом - 3,348 и 1,375 т CO_2 /т соответственно). По коэффициенту удельных выбросов на единицу получаемой энергии наибольшая разница среди углеводородов составляет 25 % (например, между бензолом и бутанами – 84085 и 67151 кг/ТДж). Впервые дана количественная оценка и произведено ранжирование основных компонентов автомобильных бензинов по удельным выбросам CO_2 .

Особого внимания, на мой взгляд, заслуживают полученные автором данные об отсутствии корреляционной зависимости между удельными выбросами CO_2 и плотностью автомобильных бензинов, содержащих высокооктановые кислородосодержащие добавки. Так как по принятой в настоящее время методике оценки удельных выбросов диоксида углерода в атмосферу автомобильным транспортом, все марки топлив отличаются только по плотности.

На основании исследования созданы: база данных основных углеводородов и оксигенатов, состоящая из 150 соединений; информационно-вычислительная аналитическая система (ИВАС) регулирования состава бензина с учетом минимальных выбросов CO_2 ; технологические рекомендации по снижению удельных выбросов углекислого газа от автомобильного транспорта. «База данных» и программа для ЭВМ ИВАС защищены свидетельствами о государственной регистрации.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертации

Разработанная база данных может послужить основой для создания более обширной базы данных для каждого конкретного НПЗ, которая будет включать

большой процент содержащихся в конкретном бензине углеводородов и оксигенатов, присутствующих в товарном бензине.

Приведенные автором недостатки существующей методики, утвержденные приказом Минприроды России № 371 от 27.05.2022, возможно, найдут своё дальнейшее отражение при дальнейшем усовершенствовании методики оценки количественного определения объемов выбросов парниковых газов и для других видов топлив.

Предложенные технологические рекомендации могут быть применены на существующих НПЗ для дальнейшего развития и внедрения новых технологий по снижению выбросов углекислого газа своей продукции с учетом возможностей завода.

Предложенный метод оценки по снижению выбросов диоксида углерода в атмосферу может быть использован профильными предприятиями при расчете «углеродного следа» продукции.

С учетом применения предложенного комплекса мероприятий по производству низкоуглеродного товарного бензина у нефтяных компаний появляется стимул и возможности создания новой марки бензина под отдельной маркой «ЭКО-СО₂», которая позволит им взамен получить: позитивный имиджевый бренд «экологичной компании», удовлетворение потребностей клиентов, сохранение клиентской базы, повышение конкурентоспособности, а также может служить возможным источником дополнительного дохода.

Предложенный программный продукт «ИВАС регулирования состава бензина с учетом минимальных выбросов СО₂» позволит другим разработчикам внести функционал по контролю выбросов диоксида углерода в свои существующие в настоящее время программы по моделированию оптимального состава бензинов.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Якупова М.М. посвящена решению актуальной задачи, выполнена на высоком научном уровне, представляет ценность для науки и практики. Она является логически завершенным исследованием, оформленным в соответствии с требованием ВАК РФ.

Диссертационная работа изложена на 187 страницах. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Содержит 31 таблицу и 39 рисунков. Список литератур включает 146 наименований.

6. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях

Основное содержание диссертации опубликовано в 14 научных работах, из которых 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 статья в журнале, индексируемая базой Web of Science, 7 работ опубликовано в материалах конференций, получены 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Автореферат написан грамотным литературным языком. Структура и содержание автореферата достаточно полно отражают поставленные задачи, сформулированные в диссертационной работе.

8. Замечания по работе

1. В литературном обзоре отсутствует информация по улавливанию и хранению диоксида углерода, возможно, данную тему было бы полезно осветить в отдельной технологической рекомендации.

2. В работе отсутствуют статистические данные по выбросам всех парниковых газов (метан, озон, оксид азота и др.), а также нет анализа о взаимосвязи парниковых газов между собой.

3. В работе отсутствуют исследования удельных выбросов по всей базовой линейке марок бензинов, желательнее добавить и другие марки, например, АИ-80, АИ-98, АИ-100.

4. В диссертации при описании рисунков 3.1 и 3.2 отмечено, что «нет прямых зависимостей между коэффициентами удельных выбросов CO_2 , и плотностью углеводородов и компонентов бензинов», хотя если отдельно просматривать парафиновые, олефиновые, нафтеновые углеводороды прослеживается явно выраженная зависимость между коэффициентами удельных выбросов CO_2 и плотностью углеводородов.

5. В разделе 4.1.1 описаны требования к компьютеру для работы с «ИВАС оптимизации состава бензина с учётом минимальных выбросов CO_2 », одно из требований— это операционная система Windows 10 и 11, но в связи с переходом на импортозамещение непонятно, будет ли программа работать в отечественной операционной системе Linux.

6. Для полной оценки удельных выбросов диоксида углерода товарного бензина было бы практичнее добавить все существующие компоненты бензина различных классов в исследование.

7. В диссертации имеются некоторые стилистические неточности, которые понятны специалистам, работающим в данной области, но не являющиеся очевидными для широкого круга читателей, а также опечатки в тексте, оформлении таблиц, обозначений в формулах.

Указанные замечания носят технический или дискуссионный характер, не затрагивают суть работы и не ставят под сомнение обоснованность результатов и вывод диссертации.

9. Заключение

Таким образом, диссертационная работа Якупова Марата Мусаевича является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на высоком уровне, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по сокращению выбросов CO_2 в атмосферу автомобильным транспортом с бензиновыми двигателями внутреннего сгорания, имеющие существенное значение для развития страны.

По актуальности, научной новизне, практической значимости и объему проведенных исследований диссертационная работа Якупова М.М. полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы, Якупов Марат Мусаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. — «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Официальный оппонент

кандидат химических наук (по научной специальности 02.00.04 Физическая химия), ведущий научный сотрудник отдела гетерогенного катализа ФИЦ ИК СО РАН


/Хайрулин Сергей
Рифович
17.11.2025

Институт катализа имени Г. К. Борескова
Сибирского отделения Российской
академии наук

Адрес: 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 5
E-mail: sergk@catalysis.ru
Телефон: ++7 (383) 330-62-19

Настоящим удостоверяю подлинность личной подписи ведущего научного сотрудника отдела гетерогенного катализа ФИЦ ИК СО РАН, кандидата химических наук С.Р. Хайрулина:

Учёный секретарь Института катализа СО РАН

К.х.н.



 Дубинин Юрий Владимирович