

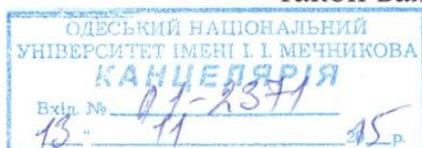
ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Даракова Дениса Сергеевича
«Воспламенение и горение мультикомпонентных биотоплив»,
представленную на соискание научной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.17 – химическая физика, физика горения и взрыва.

Постоянный прогресс химической физики, синтез новых веществ в общем и биотоплив в частности связаны с фундаментальностью исследований в этой области. Повышенный интерес ученых к различным биотопливам обусловлен наличием широкого спектра прикладных аспектов их применения – в первую очередь в различных энергосиловых агрегатах, двигателях внутреннего сгорания. Другими сильными сторонами биотоплив есть их возобновляемость и экологичность продуктов сгорания по сравнению с традиционными топливами нефтяного происхождения. Наиболее перспективными, в аспекте применения в энергосиловых установках, считаются такие биотоплива, как рапсовое масло, рапс-метилловый эфир и биоэтанол. Но, как показал опыт различных стран, существует ряд проблем эксплуатационного характера при использовании жидких биотоплив в современных дизельных двигателях. Отличие в физических и химических свойствах жидких биотоплив исключает возможность использования этих топлив в чистом виде, и бесспорно влияет на организацию процесса сгорания. Наиболее целесообразным выходом из такой ситуации является использование биотоплив в качестве добавок к дизельному топливу минерального происхождения. Таким образом, актуальность и практическая направленность диссертационной работы Даракова Д. С., посвященная исследованию процессов воспламенения и горения мультикомпонентных биотоплив, сомнений не вызывает.

Краткий перечень проблем, которые автором работы выносятся на защиту охватывает ряд вопросов, которые давно необходимо решить.

1. Определение критических условий воспламенения капель биотопливных смесей и оценка величины эффективной энергии активации реагирования паров биотоплив с кислородом воздуха;
2. Уточнение расчетов величины времени задержки воспламенения по простой и удобной в применении квазистационарной модели;
3. Изучение влияния теплофизических свойств смесевых биотоплив на такой важных параметр, как время задержки воспламенения;



4. Разработка модели горения аэрозвеси жидких топлив и экспериментальное исследование влияния выгорания окислителя на время и температуру горения капель топлив.

Успешное решение вышеупомянутых проблем стало возможным благодаря детальному критическому анализу работ предшественников – Блошенко, Григорьева, Варшавского, Хайкина, Золотко, Франк-Каменецкого (см. диссертацию), а так же модифицированным и впервые предложенным Д. С. Дараковым экспериментальным методикам для исследования процессов воспламенения и горения капель биотоплив.

В первом разделе проанализированы причины негативных последствий от применения рапс-метилового эфира как основного многокомпонентного топлива для дизельных двигателей. Приведен обзор и анализ результатов классических работ, посвященных теоретическим и экспериментальным исследованиям процессов воспламенения и горения капель жидких углеводородных топлив.

Второй раздел посвящен исследованиям процесса воспламенения капель двух и трехкомпонентных биотоплив. Приведены экспериментальные методики по определению критических условий воспламенения и зависимости периода задержки воспламенения капель смесевых биотоплив от температуры окружающей среды в сверхкритических условиях. Проведена оценка величины эффективной энергии активации реагирования паров исследуемых топлив с кислородом воздуха и показано, что наибольшее значение этой величины характерно для дизельного топлива, а наименьшее – для рапс-метилового эфира. Было определено, что для смесевых биотоплив экспериментальные оценки величин эффективной энергии активации неплохо коррелируют с данными расчета по аддитивному свойству. В этом же разделе рассмотрена квазистационарная модель воспламенения индивидуальных капель углеводородных топлив. Анализ оценок времени задержки воспламенения для капель смесевых биотоплив показал, что введение примесей рапс-метилового эфира к дизельному топливу увеличивает, а биоэтанола к дизельному топливу – напротив, уменьшает время задержки воспламенения биотопливной смеси. Так же в этом разделе приведены результаты экспериментальных исследований зависимости величины периода задержки воспламенения капель дизельного топлива и его смесей с рапс-метиловым эфиром и биоэтанолом от температуры окружающей среды. Анализ этих данных показал, что совместное использование биоэтанола и рапс-метилового эфира в качестве добавки к

дизельному топливу, приближает время задержки воспламенения капель смесевых биотоплив к значениям, характерным для чистого дизельного топлива. В этом же разделе представлено численное решение нестационарной задачи воспламенения капли биотоплива с нелинейными уравнениями тепломассопереноса, с целью проверки результатов полученных в рамках квазистационарной модели. Было показано, что результаты расчетов величины периода задержки воспламенения капли рапс-метилового эфира по квазистационарной и нестационарной моделям качественно хорошо совпадают друг с другом, а также с данными экспериментальных исследований.

В третьем разделе приведены результаты теоретического и экспериментального исследований процесса горения капель рапс-метилового эфира и дизельного топлива. Разработана квазистационарная модель диффузионного горения аэрозвеси капель жидких биотоплив в приближении адиабатической оболочки с учетом стефановского потока и без него. Установлено влияние коэффициента избытка окислителя на время и температуру горения капель исследуемых топлив. Проанализирован вклад стефановского течения в эти зависимости. Так же в этом разделе приведены результаты экспериментальных исследований зависимости величины времени горения от начального значения коэффициента избытка окислителя для рапс-метилового эфира и дизельного топлива по методике, которая впервые предложена соискателем. Было показано, что расхождение во времени горения и исследуемых топлив невелико (около 10%). В этом же разделе приведены результаты сопоставления данных теоретических и экспериментальных исследований процессов воспламенения и горения биотоплив с данными натурных исследований на дизельном стенде КИ5542. Было установлено, что при сравнении удельного расхода топливных смесей, которые содержат в качестве добавок биотоплива, с расходом топлива при работе двигателя на чистом дизельном топливе, наибольший эффект экономии (15%) достигается при использовании добавки 5% биоэтанола к смеси 95% дизельного топлива с 5% рапс-метилового эфира.

Выводы, приведенные автором диссертации в краткой, утверждающей форме подводят итог сделанной работы, которая содержит в себе как результаты досконально продуманных экспериментов, так и теоретическое обоснование выдвинутых автором положений.

В приложениях приведены методики для расчета теплофизических свойств смесевых биотоплив.

Несмотря на насыщенность работы достоверными результатами диссертация не лишена недостатков:

1. Таблица 1 в автореферате по смыслу тривиальна (проверка аддитивности) и приводить ее, по нашему мнению, не стоило.
2. При оценке временного лага вспышки использовалась полуэмпирическая формула (1), в которой температуропроводность капли включает, не вполне корректно, величину теплопроводности пара, вместо теплопроводности жидкости или, что точнее, эффективной теплопроводности, учитывающей скачок теплопроводности в точке нормального кипения. Отсюда возникает систематически-завышенная оценка временного лага, в табл. 2 и на рис. 1 автореферата.
3. При записи и численном решении нестационарной задачи тепломассообмена, не учтена (даже эффективным образом) дискретность реальной капельной и затем, паровой среды. Возможно моделирующая решетка такой среды, типа решеточного газа (или, что эквивалентно, модели Изинга) позволила бы учесть взаимодействие соседних капель, образование в области перехода жидкость-пар молекулярных кластеров из крупных молекул различных топлив и т. д. Возможно, последние и являются центрами возгорания.
4. Не приведена схема экспериментальной установки, а опытные точки приведены без оценки погрешности измерений на рис. 2 автореферата.
5. Автор пишет, что индекс 1 в формулах (3, 4) автореферата относится к топливу. Но он, вообще отсутствует в этих формулах. Вместо объяснения как оценить величины входящие в формулы (3-6) и ключевые параметры модели, автор очень сжато сравнивает их результаты на однопипных графиках рисунков 5,6 и 7,8.
6. Не приведено в полной мере пояснение действительно интересной разницы влияния добавок биоэтанола и рапс-метилового эфира к дизельному топливу на временной лаг возгорания бинарных топлив, упомянутых в выводе 2. Вывод 6 – говорит о возможной оптимизации, но обсуждается только 5% содержание (по точкам минимума на рис. 10 автореферата) – это наблюдение экспериментатора, а не анализ причин и следствий варьирования состава.
7. В третьем разделе диссертации (с. 94, 95) отмечено, что предложенная модель горения аэрозвеси жидких биотоплив дает не совсем корректные результаты расчета величины отношение радиуса зоны горения к радиусу

капли. Из работы не ясно в чем это проявляется, какой характер этой некорректности – качественный или количественный.

Однако, эти замечания не касаются сути проведенных исследований.

Вывод: диссертационная работа Даракова Дениса Сергеевича «Воспламенение и горение мультикомпонентных биотоплив» является завершенной научно-квалификационной работой. В диссертации изложены, безусловно, новые, важные как с теоретической так и с практической точек зрения результаты относительно процессов воспламенения и горения смесевых биотоплив. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации, которые изложены в 6 статьях (16 публикациях в целом) в ведущих, в т. ч. международных специализированных научных журналах. Результаты диссертации подробно апробированы на престижных научных конференциях.

Диссертация Даракова Дениса Сергеевича полностью удовлетворяет всем требованиям Министерства образования и науки Украины к кандидатским диссертациям, а сам диссертант без сомнений заслуживает присвоения ему научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – «химическая физика, физика горения и взрыва».

Профессор кафедры физики и материаловедения
Одесской национальной академии
пищевых технологий,
доктор физико-математических наук

Роганков В. Б.

Підпис тов. Роганков В. Б.
засвідчую
1 Начальник відділу кадрів
"13" 11 2016.

