

УДК 629.113.52

**УЛУЧШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ
АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС МЕТОДАМИ МЕХАНОХИМИИ**

*Студенты – Молчанович В.В., 15 лет, 4 курс, ФТС;
Коротчиков И.В., 15 лет, 4 курс, ФТС*

*Научный
руководитель – Тарасенко В.Е., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Постоянное совершенствование автотракторных ДВС проводится для повышения их надежности, ресурса, коэффициента полезного действия, уменьшения расхода топлива, токсичности и дымности отработавших газов (ОГ). Во многих странах длительное время испытывают разнообразные способы воздействия на топливо с целью получения максимально возможной его теплотворности. Используют такие приемы обработки, как магнитная, кавитационная, электрическая, триботехническая, гомогенизация, [1, 2], ввод присадок. В последнее время апробирована и механохимическая активация [3-7].

Известен статический смеситель-активатор, имеющий три последовательные камеры [3, 12]. В первой из них происходит встречное винтообразное перемешивание и растирание струй, предполагается дробление кластеров. Из первой камеры во вторую струи продавливаются через капилляры, идет кавитационное дробление молекул. В третьей камере происходит продавливание фрагментов молекул через микрощели, что продолжает их разрыв. Трехкратное воздействие обуславливает необратимость механоактивации, что является исключительным достоинством активатора.

Активатор встраивается в любую топливную систему ДВС, не требует привода, не содержит химических веществ, не уменьшает ресурс ДВС. Он многократно проверен хроматографией различных

топлив, контролем их расхода и выброса вредных веществ с отработанными газами ДВС [4]. Активатор апробирован также и на рапсовом масле.

Исследованиями показано, что активатор заметно изменяет фракционный состав многих моторных топлив. Так в дизельном топливе может образоваться подавляющее (до 30 %) содержание октана, отсутствующего в исходном топливе. Известны результаты неординарной модификации двух разных дизельных топлив с резким уменьшением исходного количества некоторых компонентов в дизельном топливе.

Ранее в кавитации и гомогенизации ставили цель лишь разрушения кластеров топлив. Отсутствовали достоверные представления о ходе их модификации, считалось, что причиной уменьшения их расхода в ДВС является облегчение фракционного состава.

Каковы же причины существенного повышения активатором по патенту [3] теплоты сгорания углеводородов моторных топлив? Примем во внимание, что для сжигания топливо должно быть подогрето, избавлено от негорючих примесей и диспергировано (испарено) до молекул. Эти процессы, по-видимому, значительно облегчены в активаторе.

При прогреве топлива должно пройти дробление углеродной цепи молекул, отделение атомов водорода, полное разделение между атомами углерода. Параллельно должна идти диссоциация молекул кислорода. После этого происходит соединение атомов топлива с атомами кислорода.

В итоге, если диссоциацию молекул топлива и кислорода проводить заранее, то теплота горения не будет затрачиваться на подготовку топлива и его теплотворность будет больше, чем определяемая в калориметрической бомбе. Это может быть одной из причин повышения активатором теплоты сгорания топлив, что частично подтверждается, например, повышенной, в сравнении с жидкими нефтепродуктами, теплотворностью нефтяных газов (как бы диспергированных углеводородов), где нет необходимости дробления кластеров.

Основанием к объяснению механического разрушения углеводородов является механохимия, выявленная еще в 1887 г. [8]. Там, где связи требуют высоких затрат энергии, возможны

разрывы молекулярных цепей магнитными полями и механическими напряжениями свыше предела прочности атомных связей [8]. По классическому механизму термического разложения углеводородов на начальных его стадиях рвутся связи с наименьшей энергией разрыва 295-431 кДж/моль, а прочные связи требуют до 502,4 кДж/моль. При этом на разложение углеводородов влияют катализаторы, например, медь, цинк.

Механохимия разрушает как отдельные фракции нефти, так и смеси с образованием низкомолекулярных гомологов, а также, водорода и углерода с осаждением серы. Деструкция насыщенных углеводородов происходит через разрыв цепей, а непредельные разрушаются через образование насыщенных продуктов, возможно гидрирование их продуктами деструкции исходного вещества [7, 8]. Следствием механохимии является радикализация моторных топлив, неясные продолжительные химические реакции, не текущие в обычных условиях, дробление тяжелых компонентов, создание новых легких веществ, разрушение смол и сернистых соединений, что проявляется с выделением тепла. Так в гептане разрушение ковалентных связей в его цепях высвобождает около 419 кДж/моль [8].

При разрыве цепей углеводородов кроме свободных валентностей атомов углерода, образуются и свободные радикалы, например, $R\text{-CH}_2\cdot$ с высокой реакционной способностью [8].

Если механохимией подвергают смеси, то могут возникать новые химические соединения, гетерогенные цепи, построенные из продуктов разрыва. Например, образующиеся на метиленовой группе свободные радикалы могут присоединять кислород (из жидкости) и создавать взрывные перекиси [8].

Короткоживущие (до 0,1 с) алкильные ($\text{CH}_3\cdot$) и арильные ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\cdot$) радикалы и перекиси действуют на среду с высокими скоростями рекомбинаций, присоединения и диспропорционирования. Но в механохимии углеводородов образуется и значительное количество долгоживущих (от нескольких минут до нескольких месяцев и даже лет) свободных радикалов. При механохимии топлив возможно образование в качестве би-радикалов молекул кислорода, которые всегда в малом количестве имеются в моторных топливах. Возможно образование и полирадикалов с более двумя не спаренными электронами.

Особенности механохимии топлив в активаторе подтверждены тем, что под влиянием долгоживущих радикалов модификация топлив продолжается и за активатором. И ввод небольшой доли топлива из активатора в не активированное заметно повышает в смеси долю активированного. Так, например:

- в товарное топливо вводили 20 % активированного с 23 % легких фракций (т.е. 4,6 %), но через 15 мин в смеси образовывалось 12 % легких фракций;

- аналогично после ввода 30 % активированного (т.е. 6,9 % легких фракций) через 15 мин в смеси создавалось 39 % легких фракций;

- но после ввода 40 % активированного (т.е. 9,2 % легких фракций), через 15 мин выявлено лишь 27 % легких фракций;

- а после ввода 50 % активированного топлива через 15 мин в смеси выявлено легких фракций еще меньше.

Разрыв высокоэнергетических связей в молекулах углеводородов с образованием коротко- и долгоживущих радикалов уменьшает затраты тепла сгорания на расщепление молекул на атомы. И чем длиннее углеводородная цепь, тем ощутимее может быть диспергирование [8] с высвобождением энергии связей в цепях (таблица 1). Отмечено, что чем больше актов воздействия механохимии на вещество, тем глубже его модификация [9]. Это утверждение послужило основанием для разработки активатора с четырьмя камерами [10].

Как видно из таблицы 1 с удлинением цепи углеводородов на образование связей между атомами углерода затраты энергии растут значительно, а механохимией энергия связей может быть высвобождена и преобразована в другой вид.

Физические механизмы существенного повышения теплоты сгорания активированных топлив вытекают из современной, глубоко обоснованной физхимии [9]. Показано, что для разрушения связей между валентными электронами атомов в химических соединениях достаточно затратить 2,56 eV механической энергии, а для термического разрыва энергии требуется в два раза больше – 5,13 eV, т.к. каждый, из ранее связанных, обособившийся электрон для своей стабильности должен получить по тепловому фотону с энергией 2,56 eV. Поэтому после механического разделения, валентные электроны вместо тепловых поглощают по эфирному фотону из физического

вакуума общей энергией в 5,13 eV. Поглотив по эфирному фотону, валентные электроны становятся полноценными, активными, могут восстановить свою разорванную связь и соединить части разорванных молекул. Но, соединяясь, электроны излучают поглощенные из эфира фотоны и энергонасыщают вещество той же, поглощенной из эфира, энергией 5,13 eV [9].

Таблица 1 – Показатели энергии связей между атомами углерода в молекулах углеводородов [8]

№	Вещество	Теплота сгорания		Энергия связи между атомами углерода, кДж/моль
		кДж/моль	кДж/г	
1	Графит	393,680	394,1	-
2	Водород	286,020	123,01	-
3	Метан	890,930	55,73	-
4	Этан	1560,88	51,92	220,98
5	Пропан	2220,30	50,37	441,96
6	Бутан	2880,26	49,61	662,94
7	Пентан	3511,50	48,73	883,72
8	Гексан	4165,82	48,40	1104,9
9	Гептан	4820,39	48,19	1325,88
10	Октан	5474,41	47,97	1546,86
11	Декан	6783,16	47,72	1988,82

Таким образом, затратив в механохимии 2,56 eV механической энергии, при восстановлении электронами их связей они насыщают окружающее вещество энергией двух тепловых фотонов 5,13 eV или 248 кДж/моль. При разрыве же электронных связей между несколькими атомами углеводородной цепи дополнительной энергии в вещество может выделяться больше.

Для частиц – носителей эфирной энергии определена их характеристика [9], при этом эфир имеет линейную структуру, управляемой константой.

Можно полагать, что дробление механохимией углеводородов на обрывки молекул с обратимым действием валентных электронов и может быть главной причиной повышения теплотворной способности (таблица 1) и уменьшения расхода топлива в ДВС.

Канарев Ф.М. утверждает: «Все эффекты, связанные с повышением давления сгорания топлив в закрытых полостях формируются не газами, а фотонами. При этом объёмы световых фотонов, излучаемых электронами в реакциях предварительно диссоциированных молекул, в 100 000 раз больше объёмов их источников – электронов, а попутно излучаемые невидимые

инфракрасные фотоны в 10, 20-100 раз больше объема световых фотонов» [9]. Отсюда можно предположить, что уменьшение расхода моторных топлив обусловлено как их преобразованиями в активаторе, так и процессами в камерах сгорания ДВС.

В целом, активатор, осуществляя механохимическое воздействие на углеводороды топлив, уменьшает их расход в ДВС и как показано испытаниями – без уменьшения их эффективной мощности. Такое стабильное и высокоэффективное воздействие впервые реализовано в активаторе [3].

Активированное дизельное топливо уменьшает и дымность дизелей.

Проверка улучшения низкотемпературных свойств активированных топлив проведена с дизельным топливом Л-0,05-62 ГОСТ 305-82 компании Роснефть в климатической камере КХТВ-0,08. Выявлено, что товарное, не активированное топливо при температуре минус 30 °С полностью потеряло текучесть, а активированное сохранило текучесть при минус 45 °С без признаков образования кластеров.

Активация топлив снижает температуру и период задержки воспламенения топлив, повышает полноту сгорания. Это подтверждается более мягкой работой ДВС, обеспечением их работы с увеличенным углом опережения зажигания/впрыска, т.к. новые компоненты топлива воспламеняются при меньшей температуре и рассредоточенно во времени.

Применение активатора по патенту [3] позволяет существенно уменьшить расход топлива автотракторных, транспортных, авиационных и жидкостно-реактивных двигателей, может найти применение в производстве моторных топлив по нормам ЕВРО-4 и ЕВРО-5 малозатратными приемами механохимии. При этом разные по качеству исходные нефтепродукты доводятся до близких физико-химических показателей с выделением из дизельного топлива и осаждением в самом активаторе серы, а также с разрушением смолистых соединений.

1. Микипорис, Ю.А. Улучшение экологических показателей автомобильных двигателей электромагнитной обработкой топлива. – Ковров: КГТА. – 2008. – 168 с.

2. Грумондз, В.Т. Нанотехнологии обработки углеводородных жидкостей, основанные на использовании физико-химических явлений, происходящих на границах фаз и при фазовых переходах в условиях пузырьковой кавитации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Нижний Новгород, 2011. – № 4 (5). – С. 2120–2122.

3. Патент РФ № 2411074, МПК В01F 13/10. – Ю.В. Воробьев, В.Б. Тестерюков / Комбинированный статический смеситель-активатор / Заявка № 2009124923/05; заявл 01.07.2009; опубл. 10.02.2011. – 3 с.

4. Воробьев, Ю.В. Устройство для механохимической обработки и снижения расхода углеводородного топлива / Ю.В. Воробьев, А.Е. Ломовских, М.В. Басарев и др. – Тракторы и сельхозмашины, 2015. – № 1. – С. 21–22.

5. Воробьев, Ю.В. Анализ содержания основных компонентов в дизельном топливе после механоактивации / Ю.В. Воробьев, И.В. Фарахшина, Д.А. Свиридов // Вестник ТГТУ. – 2016. – № 2. – С. 280–285.

6. Воробьев, Ю.В. Основы теории механоактивации жидких сред // Вестник ТГТУ. – Тамбов, 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 608–613.

7. Днепровский, К.С. Механохимические превращения углеводородов нефти.: Автореферат дис. к.х.н: 02.00.13. Томск.: ИХН СО РАН, 2003. – 24 с.

8. Ахматов, А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М., Физматгиз, 1963. – 472 с.

9. Канарев, Ф.М. Начала физхимии микромира. Восьмое издание. – Краснодар, КубГАУ, 2007. – 753 с.

10. Патент № 2550203 Российской Федерации, МПК В01F13/10. – Ю.В. Воробьев, Ю.Ю. Воробьев / Комбинированный универсальный статический смеситель-активатор.

11. Разработка научных основ технологии получения альтернативных видов топлив для технических средств железнодорожного транспорта: отчет РФФИ 12-08-13106-офи_м_РЖД рег. № 01201276764. М.: НИЦ ИВМТ РАН. – 2012–2013 гг.

12. Дунаев, А.В. Модификация моторных топлив – инновационный метод повышения топливной экономичности автотракторных ДВС / А.В. Дунаев, В.П. Миклуш, В.Е. Тарасенко // Изобретатель. – 2018. – № 2 (218). – С. 37–41.

УДК 631.3

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВС

*Студенты – Молчанович В.В., 15 лет, 4 курс, ФТС;
Коротчиков И.В., 15 лет, 4 курс, ФТС*

Научный

руководитель – Тарасенко В.Е., к.т.н., доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Для надежной работы современного автотракторного двигателя внутреннего сгорания (ДВС), использования его максимальной мощности, повышения топливной экономичности и снижения