

вать инкрементальную совокупную стоимость инвестирования, финансирования владения, распоряжения и использования или экономическое обоснование действенной конкурентоспособности автомобиля на протяжении всего жизненного его бизнес-цикла, включая затраты, связанные с стратегической устойчивостью успешного их присутствия (включая штрафы за выбросы CO<sub>2</sub>) на всех сегментах мирового автомобильного рынка.

### Список использованной литературы.

1. Жудро М.М. Методический инструментарий идентификации и количественного измерения высокотехнологичного бизнеса / М.М. Жудро // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. – Минск: БГЭУ, 2019. – Вып.12. – С.181 – 187.
2. Automotive Industry: Trends and reflections. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ilo.org/publication/wcms\\_161519](https://www.ilo.org/publication/wcms_161519) /– Дата доступа 10. 02.2023.
3. Подураев Ю.В. П44 Мехатроника: основы, методы, применение: учеб, пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
4. Автоматизация бизнес-процессов компаний в соответствии с концепцией CRM: коллективная монография / под. ред. Е.В. Буновой. – М.: Перо, 2017. – 134 с. [Электронное издание].

УДК 631.348.45

*К.В. Щурин, д-р. техн. наук, профессор, Ю.Н Паныш., магистрант,  
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск*

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ БЕНЗИНА

**Ключевые слова:** углеводородные топлива, теплотворная способность, молекулярные кластеры, неспецифическое физическое воздействие, диамагнетики, энергия связей, малоэнергетические воздействия, неодимовый магнит, магнитная активация, вязкость.

**Keywords:** hydrocarbon fuels, calorific value, molecular clusters, nonspecific physical impact, diamagnets, bond energy, low-energy effects, neodymium magnet, magnetic activation, viscosity.

**Аннотация.** Рассмотрена проблема применения метода магнитной активации моторных топлив для повышения их теплотворной способности и снижения вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания. Рассмотрены методы косвенной оценки эффективности процесса магнитной активации немагнитных жидких сред.

**Annotation.** The problem of applying the method of magnetic activation of motor fuels to increase their calorific value and reduce harmful emissions of

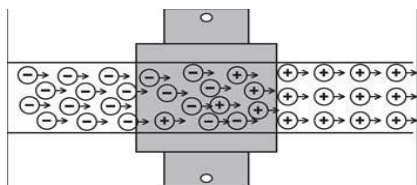
internal combustion engines is considered. Methods for indirect assessment of the effectiveness of the magnetic activation process are considered. non-magnetic liquid media.

В момент пересечения магнитных силовых линий при прокачивании топлива у него изменяется структура и многие свойства: снижаются силы поверхностного натяжения, увеличивается растворимость кислорода в топливе, возрастает ядерная поляризация (особенно водорода), изменяются константы скорости химической реакции горения (скорость горения увеличивается), уменьшается детонационная стойкость бензинов, уменьшается изменение оптической плотности и диэлектрической проницаемости, увеличивается диамагнитная восприимчивость топлива... Установлено, что увеличивается способность кислорода к реакциям. Причем она сохраняется 1-1,5 часа, потом она снижается до прежнего уровня. Увеличивается диамагнетизм топлива.

Эти изменения свойств топлива при воздействии МП существенно влияют на эксплуатационные свойства топливосмазочных материалов (ТСМ): противоизносные свойства; полнота сгорания топлива; нагарообразование; воспламеняемость; степень очистки в топливном фильтре; коррозионная активность.

Магнитное поле (МП) снимает электростатический заряд с молекул топлива, которое они получили при прокачивании по трубам, понижает его вязкость. При воздействии МП (нужной напряжённости и величины магнитного потока) на углеводородные жидкости (бензин, керосин, дизтопливо) и газ, происходит поляризация топлива с одновременной ориентацией хаотично двигающихся его частиц. При этом происходит снятие статических зарядов топлива, разрушаются молекулярные связи между частичками топлива.

Частички топлива получают дополнительный положительный заряд (рисунок 1).



**Рисунок 1. Схема магнитной активации топлив**

Известно, кислород воздуха имеет отрицательный заряд. Разноименность зарядов топлива и кислорода интенсифицирует процесс их взаимодействия. В результате этого ускоряются реакции окисления топливоздушная смеси (т.е. горение топлива).

Под действием магнитного поля в углеводородной жидкости снижаются силы молекулярного притяжения или, как их чаще называют, силы поверхностного натяжения. Это облегчает испаряемость, диспергирование топлива, что приводит к лучшему распылению его в камере сгорания двигателя.

При воздействии МП определённой напряжённости в топливе (жидком или газообразном) возникают различные радикалы по таким реакциям: в топливе получают разные радикалы: из метана образуется метил, из этана – этил, из бутана – бутил и т.д. Свободные радикалы – это сравнительно устойчивые осколки органических соединений, в которых отсутствует один атом водорода, т.е. радикалы имеют электрический заряд со знаком «минус». Радикалы малого молекулярного веса – менее устойчивы. Этих радикалов больше в легких бензинах «АИ-95», «АИ-98». Радикалы большего молекулярного веса (бутил и др.) – более устойчивы. Последних радикалов больше образуется в бензинах низких марок, дизтопливе, мазуте и печном топливе. Радикалы ведут себя как ионы, которые легче окисляются кислородом воздуха.

Воздействие на топливо будет неполным, если не описать, каким изменениям подвергаются загрязнители, имеющиеся всегда в жидком топливе: бензине, дизтопливе.

Загрязнители топлива представлены: водой, солями (в т.ч. солями жёсткости), АСПО и продуктами коррозии железа: окись, закись двухвалентного железа. Воздействие МП вызывает серьезные изменения состояния всех загрязнителей. Остановимся на изменении свойств каждого из загрязнителей.

Вода находится в виде стойкой эмульсии в нефтепродуктах (бензине, дизельном топливе, керосине). Поэтому она плохо распыляется и ухудшает процесс горения (на ее нагрев и испарение требуется большая энергия). Под воздействием МП эмульсии становятся неустойчивыми и легко распадаются за счет разрушения гидратных оболочек. В камеру сгорания входят уже «голые» молекулы воды. При действии высокой температуры (800 градусов по Цельсию и больше) освободившиеся таким образом молекулы воды распадаются на ион водорода и гидроксильную группу, которые при высокой температуре (в камере сгорания) вступают в такие химические реакции с выделением тепла:

Предельно-допускаемое количество воды в топливе, когда она вся «сгорает», – до 4,2%. При таком количестве воды происходит более полное сгорание топлива. Кроме этого, возникает еще один полезный эффект – снижается детонация топлива. А это серьезный фактор повышения работоспособности автомобильных двигателей.

Остальные загрязнения, в том числе содержащие железо, находятся в топливе в коллоидной форме (т.е. покрыты гидратными оболочками). Эти загрязнения плохо распыляются и также ухудшают горение топлива. Они являются причиной ускорения образования нагара в поршневой группе, головке блока, на свечах зажигания. Соли, сернистые отложения и механические примеси являются абразивом, увеличивая износ всех деталей двигателя. Названные загрязнения в топливе находятся в коллоидной форме.

Коллоидные частицы, попадая под действие магнитных силовых линий, сбрасывают с себя гидратные оболочки. При этом железосодержащие частицы, после выхода из магнитного поля, сами становятся магни-

тиками, притягиваются друг к другу и, укрупнившись, задерживаются в топливном фильтре (один магнитный модуль должен стоять до топливного фильтра). Механические частицы, которые не осели в топливном фильтре, выбрасываются вместе с выхлопными газами.

Асфальто-смолисто-парафиновые отложения представлены вязкими частицами, имеющими более высокую температуру испарения, чем бензин и дизтопливо. Поэтому АСПО ухудшают процесс горения и являются причиной образования сажи. Сажа и вышеназванные твердые загрязнения (соли), вызывают более интенсивный износ поршневой группы (и поршней, и стенок цилиндров) и клапанов. Сажа с загрязнениями оседает в камере сгорания, на клапанах, в канавках поршневых колец и т.д. В результате этого клапана и кольца обгорают и по этой причине полностью не закрываются. Это дополнительно ухудшает горение, снижает общий КПД. Сажа проникает и в смазочное масло, ухудшая его качество. Двигатель начинает больше расходовать масла через запавшие поршневые кольца, сработавшую поршневую группу. Это масло выбрасывается вместе с выхлопными газами, дополнительно загрязняя окружающую среду. Налипшая на головке блока и камеры сгорания ДВС сажа приводит к ухудшению ее охлаждения (сажа – изолятор теплопередачи) и вызывает общий перегрев двигателя, что снижает его моторесурс.

Под действием магнитного поля частички АСПО разукрупняются, уменьшаются силы адгезии, снижаются силы молекулярного притяжения.

Так как сняты (или значительно уменьшены) силы адгезии, эти частицы не налипают на металлических поверхностях. Общим результатом воздействия магнитного поля является улучшение распыления АСПО, их более полное сгорание и снижение выброса сажи. Попутно от поляризованных молекул топливоздушной смеси поляризуется и масло в двигателе, частички масла меньше выбрасываются с выхлопными газами (особенно на старых автомобилях). Это обеспечивает снижение выброса вредных газов (в т.ч. СО и СН). За счет поляризации масла на деталях двигателя образуется прочная маслянистая пленка. Это приводит к снижению износа деталей двигателя.

В таблице 1 приведен анализ наиболее распространенных физических методов оценки эффективности активации. Все приведенные в таблице 1 показатели тесно коррелированы, и объединяющим параметром является вязкость жидкости ( $\mu$  – динамический коэффициент вязкости). В этой связи логично принять сравнительный показатель вязкости (или поверхностного натяжения) за практический способ косвенной оценки эффективности активации путем сравнения этих показателей до проведения активации и после неё.

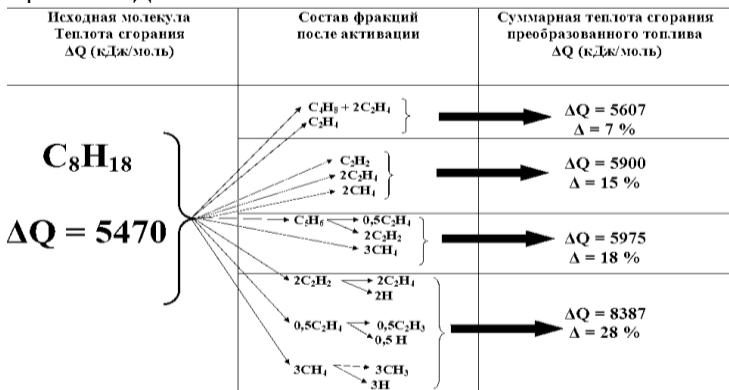
Использование предлагаемого метода косвенной оценки эффективности магнитной активации позволит оперативно оценить адекватность применяемых методов и средств и, при необходимости, произвести направленные регулировки процесса.

**Таблица 1. К применению косвенных методов оценки эффективности активации**

Расчетная зависимость	Примечание
1. Плотность	
<p>1. С учетом температурного расширения: <math>\rho = \frac{\rho_{ст}}{1 + \beta_t(T - T_{ст})}</math>;</p> <p>2. Для неассоциированных растворов:</p> $\rho_{см} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{x_k}{\rho_k}}$	<p><math>T</math> – текущее значение температуры; <math>T_{ст}</math> – стандартная температура; <math>\beta_t</math> – коэффициент объемного температурного расширения; <math>x_i</math> – массовая доля <math>i</math>-го компонента в смеси, кг/кг; <math>\rho_i</math> – плотность <math>i</math>-го компонента.</p>
2. Вязкость	
<p>1. Касательные силы по формуле Ньютона:</p> $\tau = \mu \cdot \frac{dV}{dn}$ <p>2. Для смеси неассоциированных жидкостей:</p> $\ell g \mu_{см} = x_1 \ell g \mu_1 + x_2 \ell g \mu_2 + \dots + x_n \ell g \mu_n$	<p><math>\mu</math> – динамический коэффициент вязкости; <math>V</math> – скорость потока жидкости; <math>n</math> – единица длины изменения скорости по нормали к направлению движения; <math>\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n</math> – динамические коэффициенты вязкости компонентов смеси жидкостей, Па • с; <math>\mu_{см}</math> – динамический коэффициент вязкости смеси жидкостей, Па • с; <math>x_1, x_2, \dots, x_n</math> – мольные доли компонентов смеси.</p>
3. Поверхностное натяжение	
<p>Поверхностное натяжение определяют как энергию, которую необходимо затратить для создания единицы площади новой поверхности раздела фаз. Величина поверхностной энергии тем больше, чем больше площадь свободной поверхности. Пусть площадь свободной поверхности изменилась на <math>\Delta S</math>, при этом поверхностная энергия изменилась на <math>\Delta W_p = \sigma \cdot \Delta S</math>, где <math>\sigma</math> – коэффициент поверхностного натяжения. Так как для этого изменения необходимо совершить работу <math>A = \Delta W_p</math>, или <math>A = \sigma \cdot \Delta S</math>.</p> <p>Отсюда величина коэффициента поверхностного натяжения <math>\sigma = A / \Delta S</math>.</p>	<p>В инженерной практике для системы жидкость – газ поверхностное натяжение можно считать зависящим только от природы жидкости. Для системы жидкость – жидкость поверхностное натяжение можно приближенно рассчитать как разность поверхностных натяжений этих жидкостей на границе раздела с газом. Размерностью коэффициента поверхностного натяжения в СИ является Дж/м<sup>2</sup>. Равнозначной ему величиной является Н/м</p> <p style="text-align: center;">(1 Дж/м<sup>2</sup> = 1Н/м).</p>
4. Теплоёмкость	
<p>Массовая теплоемкость смеси жидкостей пропорциональна массовой доле компонента смеси и рассчитывается по уравнению:</p> $c_{см} = c_1 \bar{x}_1 + c_2 \bar{x}_2 + \dots + c_n \bar{x}_n$	<p><math>c_{см}</math> – массовая теплоемкость смеси жидкостей или газов, Дж / (кг • К); <math>c_1, c_2, c_n</math> – теплоемкости компонентов смеси, Дж/(кг•К); <math>x_1, x_2, x_n</math> – массовые доли компонентов смеси</p>
5. Теплопроводность	
Коэффициент теплопроводности жид-	$\lambda_{30}$ – коэффициент теплопроводности

Расчетная зависимость	Примечание
<p>коэффициент пропорционален изобарной теплоемкости (<math>c_p</math>), плотности (<math>\rho</math>) и вязкости (<math>\mu</math>): <math>\lambda_{30} = A \cdot c_p \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\mu}}</math>;</p> <p>Зависимость теплопроводности от температуры описывается уравнением:  <math>\lambda_t = \lambda_{30} [1 - \beta(t - 300C)]</math></p>	<p>при 30 °C, Вт/(м · К); <math>\mu</math> – динамический коэффициент вязкости, Па · с; <math>\rho</math> – плотность, кг/м<sup>3</sup>; <math>\beta</math> – коэффициент объемного расширения, 1/К; <math>t</math> – температура, °C. <math>A</math> – коэффициент, зависящий от степени ассоциации жидкости. Для ассоциированных жидкостей (вода) – <math>A = 3,5840^{-3}</math>, для неассоциированных (бензол) – <math>A = 4,2240^{-8}</math></p>
б. Интегральный показатель	
<p>Формула Прандтля обобщенно характеризует теплофизические свойства жидкостей. Рассчитывается по уравнению:  <math>Pr = c \cdot \mu / \lambda</math></p>	<p><math>c</math> – удельная массовая теплоемкость, Дж/(кг · К); <math>\mu</math> – динамический коэффициент вязкости, Па · с; <math>\lambda</math> – коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К).</p>

На рисунке 2 [1] показаны результаты расчета по приведенной здесь методике, связанные с изменением теплотворной способности бензина АИ-92 в зависимости от глубины активации. Мы полагаем, что рациональная глубина активации должна обеспечивать повышение теплоты сгорания в диапазоне 7-15 %, поскольку при большей дефрагментации исходной молекулы возникает опасность ухудшения тепловых и трибологических режимов ДВС.



**Рисунок 2. Основные преобразования молекул бензина АИ-92 в магнитном поле при изменении магнитотропных параметров**

Основной задачей обеспечения процесса магнитной активации немагнитных жидкостей, в том числе моторных топлив, является подбор и реализация магнитотропных параметров активатора, адекватных поставленной цели, – улучшению эксплуатационных (потребительских) свойств веществ.

При получении положительных результатов лабораторных испытаний планируется введение магнитного активатора в топливные системы двигателей тракторов и сельхозмашин в процессе их капитального ремонта с проведением эксплуатационных испытаний и последующей передачей документации на заводы-изготовители ДВС.

#### **Список использованных источников**

1. Щурин К.В., Жданко Д.А. Магнитная активация топлива как эффективный способ повышения энергетических и экологических показателей двигателя внутреннего сгорания // *Агропанорама*. – 2021. – №3 (145). – С. 28-33.
2. Щурин К. В., Панин И.Г. Изменение свойств немагнитных жидкостей в переменном магнитном поле // *«Информационно-технологический вестник»* – 2017. – № 1. – С. 103-114.
3. Манаков Н.А., Щурин К.В., Цветкова Е.В. Улучшение эксплуатационных показателей автомобильных двигателей в результате магнитной активации топлива // *«Естественные и технические науки»* – № 2. – 2012. – С. 484-486.
4. Помазкин, В. А. Неспецифические воздействия физических факторов на объекты биотехносферы: Монография. – Оренбург, ОГУ, 2001. – 340 с.
5. Егоров И.Н. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях сельского хозяйственного производства: Дис. ... канд. техн. наук: Великолукский сельско хозяйственный институт. – Великие Луки, 1983. – 292 с.
6. Пивоварова Н. А. Интенсификация процессов переработки углеродородного сырья воздействием постоянного магнитного поля: Дис. ... докт. техн. наук: 05.17.07 / Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2005. – 361 с.
7. Щурин К. В., Цветкова Е.В. Использование магнитного активатора топлива для улучшения энергетических и экологических показателей ДВС // *«Грузовик. Транспортный комплекс. Спецтехника»* – № 9. – 2011. – С. 27-32.

**УДК 664.8.047**

*С.Турсунов, профессор, Д.Ташполатова, магистрант,  
Наманганский инженерно-технологический институт, г. Наманган*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СУШИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СУШКИ ОВОЩЕЙ**

**Ключевые слова:** ресурсосберегающая технология, солнечная энергия, сушка, сушилка, температура.