

## АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ ПОСЛЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

Ю. В. Воробьев, И. В. Фарахшина, Д. А. Свиридов

*Кафедра «Техническая механика и детали машин», ФГБОУ ВО «ТГТУ»;  
tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru*

**Ключевые слова:** механоактивация; моторное топливо; углеводороды; хроматографический анализ.

**Аннотация:** Изложен новый подход к проблемам улучшения качественных показателей товарного моторного топлива и экономии указанного топлива на транспортных средствах. Приведено описание активатора моторного топлива механического типа (механоактиватора) и дан анализ изменения компонентов топлива различных компаний после механоактивации.

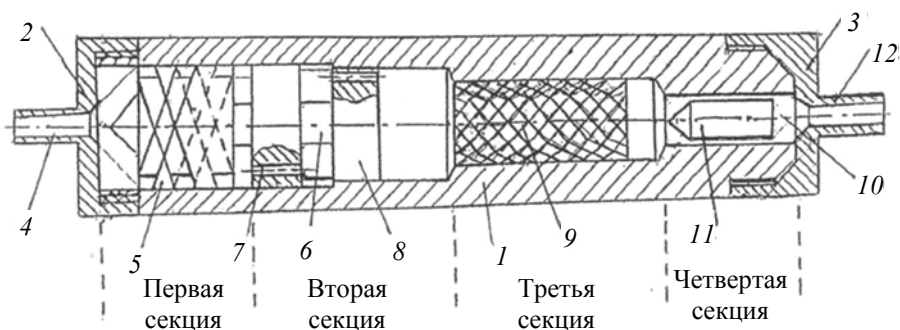
---

Активация жидкой среды механическим способом, нарушающим равновесие системы, и последующая самоорганизация осуществляются в активаторе последовательно квазиударным воздействием малых разделенных потоков, вихреобразованием, кавитацией, струйной пространственной турбулентностью и выравниванием скоростей течения в потоке на выходе из активатора.

Все молекулы в молекулярной цепи совершают гармонические колебания относительно друг друга. Если заставить какую-либо молекулу совершать ангармонические колебания, например, за счет малой внешней энергии (силы), то в определенный момент данная молекула начнет соударяться с двумя соседними, частота ее колебаний может резко возрасти, а межмолекулярная связь ослабнет. Если центр молекулы сместится относительно линии центров двух соседних молекул, то при соударении (внецентренный удар) данная молекула будет оторвана (вырвана) от молекулярной цепи. Далее амплитуды и частоты ее колебаний уменьшаются под действием гравитационного поля и общего обмена энергией – демпфирующее влияние, траектория движения становится неупорядоченной (беспорядочной, хаотической). Блуждающие молекулы, оказавшиеся на достаточно близком расстоянии, начинают колебаться в унисон (взаимное влияние) и, сблизившись, образуют пару, а затем и молекулярную цепь.

Схема активатора, осуществляющего изменение структуры моторных топлив [1], представлена на рис. 1. Активатор испытан на углеводородных моторных топливах: дизтопливе, бензине, авиационном керосине, – в ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) и автотранспортных организациях.

Анализ активированного моторного топлива выполнен в Испытательной лаборатории нефтепродуктов ООО «Тамбов-Терминал» и Объединенном центре исследований и разработок Rochester Institute of Technology (США). Результаты анализа представлены графиками (рис. 2 – 4).



**Рис. 1. Схема комбинированного универсального статического смесителя-активатора:**

1 – прямоточный корпус; 2, 3 – торцевые крышки; 4 – входной штуцер; 5 – элемент, имеющий винтовую цилиндрическую поверхность; 6 – сдвоенный кавитатор; 7 – первый диск с цилиндрическими каналами; 8 – второй диск с рядом сквозных каналов; 9 – смесительный элемент; 10 – внутренний канал; 11 – стержень; 12 – выходной штуцер

*Дизельное топливо (ДТ) компании Роснефть.* Активация произошла за счет уменьшения концентрации углеводородов нонана и особенно декана, фитана и пристана. Наибольшее уменьшение соответствует декану. Содержания октана без изменения.

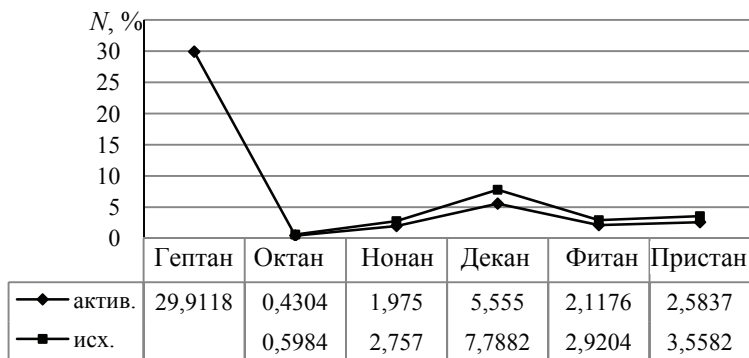
*ДТ компании TEXACO.* Активация произошла за счет уменьшения концентрации декана, фитана, и пристана. Содержание октана и нонана – почти без изменения.

*ДТ компании EBPO.* Активация произошла за счет примерно одинакового уменьшения концентрации фитана и пристана. Содержание октана, нонана и декана почти не изменилось.

*ДТ компании Лукойл.* Активация произошла за счет сильного уменьшения концентрации нонана и декана и некоторого уменьшения октана. Содержание фитана и пристана увеличилось.

*ДТ компаний Роснефть, TEXACO, EBPO, Лукойл* – активация топлива произошла за счет существенного уменьшения концентрации углеводородов  $C_{11} - C_{18}$  и постепенного понижающего уменьшения  $C_{19} - C_{25}$ .

Анализ графиков, показывающих процентное содержание углеводородов  $N$  (октан, нонан, декан, фитан, пристан), полученных по результатам хроматограмм в лаборатории судэкспертизы, приведен на рис. 2 – 4.



**Рис. 2. График результатов хроматографического анализа дизельного топлива компании Роснефть**

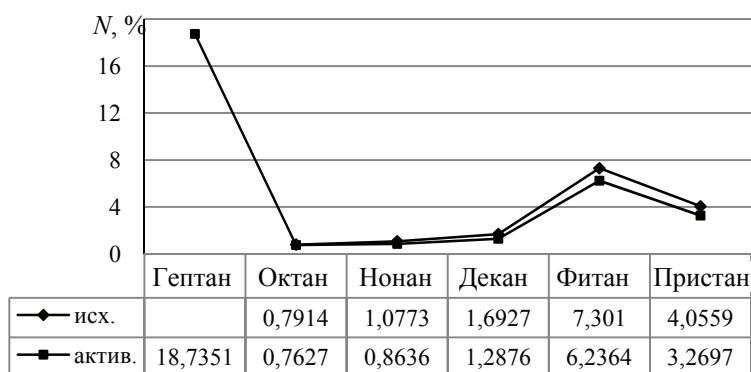


Рис. 3. График результатов хроматографического анализа дизельного топлива компании ЕВРО

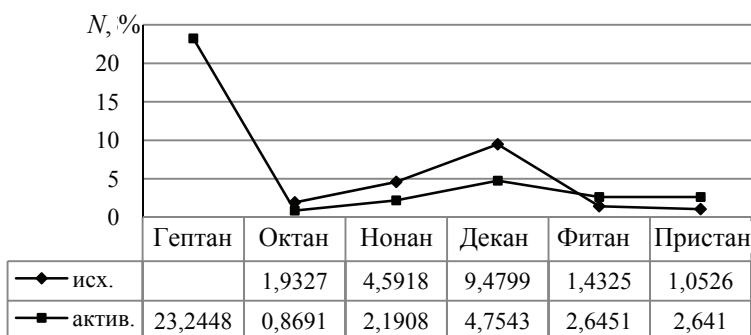


Рис. 4. График результатов хроматографического анализа дизельного топлива компании Лукойл

*ДТ компании ТНК.* Активация произошла за счет уменьшения концентрации всех перечисленных углеводородов. Наибольшее уменьшение соответствует декану; содержание октана без изменения; при сильном уменьшении углеводородов  $C_{11} - C_{18}$  и особенно  $C_{13} - C_{14}$ ; содержание углеводородов  $C_{20} - C_{25}$  почти без изменений.

*ДТ компании МНПЗ.* Активация произошла за счет уменьшения концентрации нонана, декана, пристана и особенно декана и пристана. А также всех углеводородов  $C_{11} - C_{26}$ .

*ДТ компании LIQVI MOLY.* Активация произошла за счет незначительного уменьшения концентрации декана, фитана и пристана. Почти не изменилось содержание *n*-пентана, *i*-пентана, *i*-бутана.

Произошло увеличение содержания углеводородов  $C_{15} - C_{17}$  и уменьшение концентрации углеводородов  $C_{18} - C_{26}$ . Углеводороды  $C_{11} - C_{13}$  полностью исчезли.

С помощью хроматографии установлено изменение состава и свойств после механоактивации:

а) в дизтопливе – появление новых компонентов (в основном гексана, гептана, пентана) до 37 %;

б) бензине – увеличение концентрации октаноопределяющих компонентов (в основном толуола) на 16 %;

в) авиационном керосине – увеличение концентрации компонентов, определяющих теплоту сгорания (нонан, декан,  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ) на 21 %.

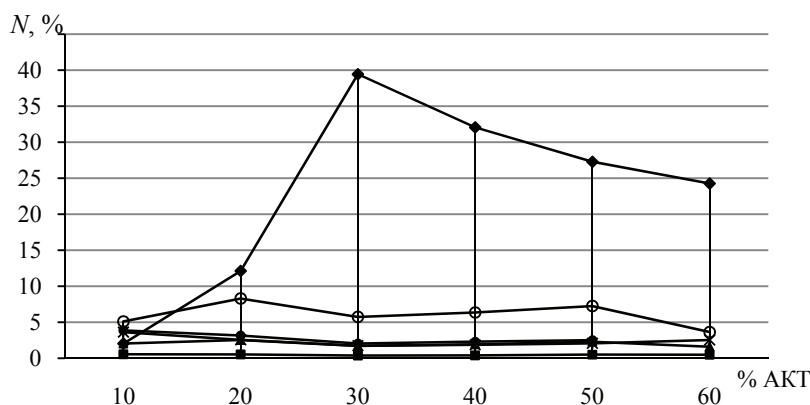


Рис. 5. График результатов хроматографического анализа дизельного топлива компании Роснефть с добавлением активированного топлива (АКТ):

—●— гептан; —■— октан; —▲— нонан;  
—○— декан; —\*— фитан; —●— пристан

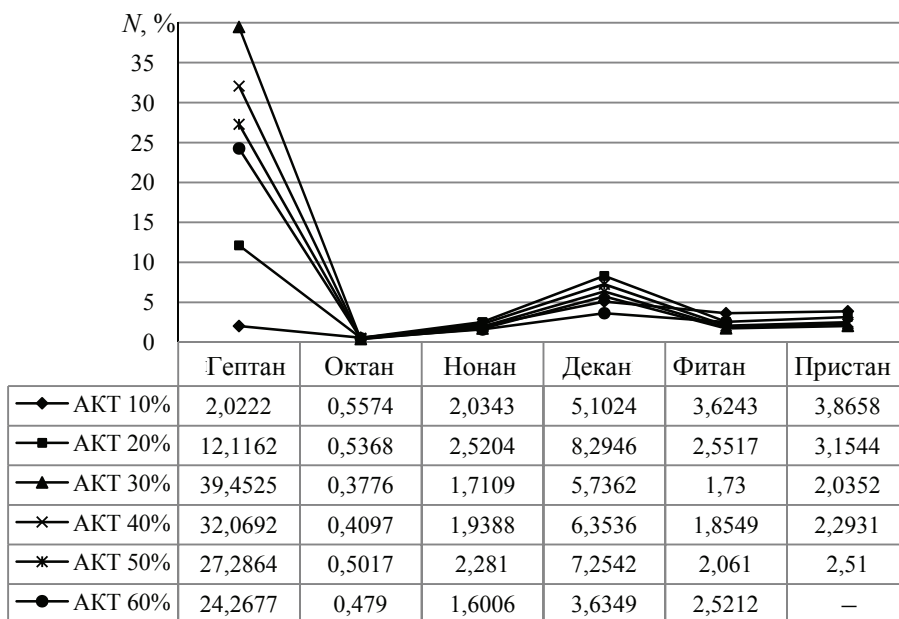


Рис. 6. График результатов хроматографического анализа дизельного топлива компании Роснефть с добавлением активированного топлива

Не менее важный результат дает добавление активированного моторного топлива в неактивированное. Результаты хроматографического анализа представлены графиками (рис. 5, 6). По данным хроматограмм, добавление 20 % активированного дизтоплива с содержанием комплекса новых компонентов 23,8233 % инициирует во всем объеме появление комплекса гексана и гептана, концентрация которого составляет 12,1162 %, а добавление 40 % дает концентрацию комплекса гексана и гептана 32,0692 %, что превышает первоначальное содержание комплекса гексана и гептана в активированном топливе в 1,33 раза. Оба эти фактора дополнительно к прямой активации топлива посредством механоактиватора могут быть использованы при промышленном производстве моторного топлива.

Важным фактом следует считать, что после прекращения механоактивации автономно в течение некоторого времени продолжают процессы активации и самоорганизации, приводящие к дальнейшему изменению свойств жидкой среды.

Выводы:

1) посредством механоактивации, скорректированной с учетом исходных свойств и состава конкретной жидкой среды, можно направленно изменять ее структуру;

2) применение механоактиватора, принцип действия которого существенно упрощает и удешевляет технологию получения моторного топлива;

3) механоактивация обладает способностью приводить жидкую среду в состояние самоактивации в течение некоторого времени и сохранять полученные свойства;

4) активированное механическим способом моторное топливо сохраняет регламентируемые показатели, от которых зависит заводской ресурс двигателя.

Проектирование и изготовление оборудования для промышленного производства активированного моторного топлива потребует значительно меньших затрат по сравнению с разработкой и внедрением других технологических мероприятий, повышающих его эксплуатационные показатели.

#### *Список литературы*

1. Пат. 2550203 Российская Федерация, МПК В01F 13/10. Комбинированный универсальный статический смеситель – активатор / Ю. В. Воробьев, Ю. Ю. Воробьев. – № 2012153260/05 ; заявл. 10.12.2012 ; опубл. 10.05.2015, Бюл. № 13. – 10 с.

2. Воробьев, Ю. В. Химические процессы в органических жидкостях, иницируемые гидродинамическим активатором / Ю. В. Воробьев, А. П. Кузьмин // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т. 18, № 4. – С. 905 – 911.

3. Воробьев, Ю. В. Основы теории механоактивации жидких сред / Ю. В. Воробьев // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 608 – 613.

4. Воробьев, Ю. В. Моделирование разрыва молекулярных цепей жидких сред посредством механоактивации / Ю. В. Воробьев, Н. В. Воробьева // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 19, № 4. – С. 800 – 804.

5. Ломовских, А. Е. Испытания статического аппарата для обработки жидкого углеводородного топлива / А. Е. Ломовских, М. В. Басарев, Ю. В. Воробьев // Соврем. образоват. технологии в системе высшего профессион. образования : сб. статей по материалам межвуз. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2014. – С. 156 – 160.

---

## **Analysis of the Main Components in Diesel Fuel after Mechanical Activation**

**Yu. V. Vorobyev, I. V. Farakhshina, D. A. Sviridov**

*Department “Engineering Mechanics and Machine Parts”,  
TSTU; tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru*

**Keywords:** chromatographic analysis; hydrocarbons; mechanical activation; motor fuel.

**Abstract:** We describe a new approach to the problems of improving the quality of commercial motor fuel and reducing its consumption in vehicles. We give the description of the activator for motor fuel of mechanical type (mechanical activator) and analyze changes in the various brands of fuel after mechanical activation.

## References

1. Vorob'ev Yu.V., Vorob'ev Yu.Yu. *Kombinirovanniy universal'nyi staticheskiy smesitel' – aktivator* [Combined universal static mixer – activator], Russian Federation, 2015, Pat. 2550203. (In Russ.)
  2. Vorob'ev Yu.V., Kuz'min A.P. [Chemical processes in organic liquids initiated hydrodynamic activator], *Transactions of Tambov State Technical University*, 2012, vol. 18, no. 4, pp. 905-911. (In Russ.)
  3. Vorob'ev Yu.V. [Basics of the Theory of Mechanical Activation of Liquids], *Transactions of Tambov State Technical University*, 2013, vol. 19, no. 3, pp. 608-613. (In Russ., abstract in Eng.)
  4. Vorob'ev Yu.V., Vorob'eva N.V. [Modeling of Discontinuity of Molecular Chains in Liquid Medium by Means of Mechanical Activation], *Transactions of Tambov State Technical University*, 2013, vol. 19, no. 4, pp. 800-804. (In Russ., abstract in Eng.)
  5. Lomovskikh A.E., Basarev M.V., Vorob'ev Yu.V. *Ispytaniya staticheskogo apparata dlya obrabotki zhidkogo uglevodородного topliva* [Static test apparatus for processing liquid hydrocarbon fuel], a Collection of Articles on Materials of Interuniversity Scientific-Practical Conference, Voronezh, 2014, pp. 156-160. (In Russ.)
- 

### **Analyse des Gehaltes der Hauptkomponenten im Dieselmotorenstoff nach der mechanischen Aktivierung**

**Zusammenfassung:** Es ist das neue Herangehen an die Probleme der Verbesserung der Qualitätskennziffern des Warenmotorenstoffes und die Einsparung des erwähnten Brennstoffes auf den Verkehrsmitteln dargelegt. Es wird die Beschreibung des Aktivators des Motorenstoffes des mechanischen Typs gebracht und es wird die Analyse der Veränderung der Komponenten des Brennstoffes der verschiedenen Gesellschaften nach der mechanischen Aktivierung angeführt.

---

### **Analyse du contenu des principaux composants de l'huile diesel après la dépassivation mécanique**

**Résumé:** Est décrite une nouvelle approche envers l'amélioration des indicateurs de la qualité du carburant du moteur marchand et de son économie par les moyens de transport. Est donnée la description de l'activateur du carburant du type mécanique (activateur mécanique); est présentée l'analyse du changement des composants du combustible des différentes entreprises après la dépassivation mécanique.

---

**Авторы:** *Воробьев Юрий Валентинович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая механика и детали машин»; *Фарахшина Ираида Валерьевна* – аспирант кафедры «Техническая механика и детали машин»; *Свиридов Дмитрий Александрович* – студент, ФГБОУ ВО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Родионов Юрий Викторович* – доктор технических наук, профессор, исполняющий обязанность заведующего кафедрой «Техническая механика и детали машин», ФГБОУ ВО «ТГТУ».