

**СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОВАРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА  
С ПОМОЩЬЮ ВВЕДЕНИЯ БИОДОБАВОК**

**А.М. Еремеева<sup>1</sup>, К.С.Нелькенбаум<sup>2</sup>**

*Научный руководитель: зав. кафедрой ХТПЭ Н.К. Кондрашева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*Институт нефтепереработки и катализа РАН, г. Уфа*

Современные технологии нефтепереработки направлены не только на увеличение глубины переработки, а также переработку более тяжелых и высоковязких нефтей, но и на улучшение качества продуктов, получаемых на установках гидроочистки топлив, изомеризации, алкилирования, риформинга и др.

Нефтепереработка и нефтехимия занимает одно из важнейших мест в нефтегазовой отрасли. За последние 5 лет количество добываемой нефти увеличилось с 518 млн т до 534 млн т., перерабатывается только половина добытой нефти. Несмотря на это, наблюдается существенное отставание по степени использования нефти, о чем свидетельствует низкий уровень конверсии нефтяного сырья в более ценные продукты переработки: средний показатель глубины переработки нефти на НПЗ России составляет около 71%. До начала программ модернизации на 11 предприятиях глубина переработки нефти составляла менее 65% и только на шести НПЗ превышала 80%, приближаясь к уровню современных зарубежных НПЗ (85–95%) [3]. Однако требования к качеству товарных продуктов, полученных на установках вторичной переработки, ужесточаются, в связи с чем, необходимо разрабатывать альтернативные способы улучшения характеристик топлив.

Технология получения экологически чистого дизельного топлива с улучшенными смазывающими свойствами заключается в использовании дизельного топлива после процесса глубокой гидроочистки и гидродепарафинизации с добавлением в его состав синтезированных биодобавок на основе растительных масел и различных спиртов. Введение биодобавок позволяет увеличить в дизельном топливе содержание гетероатомных соединений, которые адсорбируются на металлической поверхности деталей цилиндрично-поршневой группы ДВС и, создавая защитную микропленку, предотвращают их износ.

В качестве исходного дизельного топлива было гидроочищенное дизельное топливо со следующими физико-химическими характеристиками (таблица 1).

**Таблица 1**

*Физико-химические и эксплуатационные характеристики гидроочищенного исходного дизельного топлива*

Показатели	Г/о ДФ
Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	2,7900
Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	854,7565
Цетановое число	51
Массовая доля серы, % масс.	0,0008
Температура вспышки в закрытом тигле, °C	80
Температура замерзания, °C	-17
Содержание воды, % об.	отс.
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна: (WSD 1,4) при 60°C, мкм	443
Фракционный состав, °C	
нк	123
10%	213
50%	280
90%	330
95% (кк)	

Особое внимание уделяется скорректированному диаметру пятна износа (смазывающая способность), определенному по методу HFRR по ГОСТ Р ИСО 12156-1 и количеству общей серы, определяемой по ГОСТ Р 51947. Диаметр пятна износа исходного топлива равен 443 мкм.

На территории РФ действует ГОСТ Р 52368, соответствующий требованиям Европейского стандарта EN 590 по всем показателям [1]. Этот нормативный документ ограничивает содержание серы в дизельном топливе до 350 ppm (Евро 3), 50 ppm (Евро 4) и 10 ppm (Евро 5), а цетановое число, наоборот, увеличивает до 51 ед. (не менее 45 ед. по ГОСТ 305).

В условном обозначении топлива по ГОСТ Р 52368 указывают его сорт или класс в зависимости от значений предельной температуры фильтруемости (для класса и температуры помутнения) и вид топлива - от содержания серы.

Одни из основных показателей стандарта ГОСТ Р 52368 «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия» [2] приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Требования к дизельному топливу стандарта ГОСТ Р 52368**

№ п/п	Характеристика дизельного топлива	Единицы измерения	Значение
1	Плотность при 15 °С	кг/ м <sup>3</sup>	820 - 845
2	Содержание серы, не более, для топлива: вид I вид II вид III	мг/кг	350,0 50,0 10,0
3	Кинематическая вязкость при 40 °С	мм <sup>2</sup> /с	2,00 - 4,50
4	Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °С, не более	мкм	460
5	Температура вспышки в закрытом тигле, выше	°С	55
6	Цетановое число, не менее		51,0
7	Содержание метиловых эфиров жирных кислот, не более	% (по объему)	7,0
8	Содержание воды, не более	мг/кг	200
9	Фракционный состав - при температуре 250 °С, не менее - при температуре 350 °С, не менее - 95% (по объему) перегоняется при температуре, не выше	% (по объему) % (по объему) °С	65 85 360

В качестве основных компонентов, призванных улучшать смазывающую способность топлива, чаще всего используются карбоновые кислоты и их производные (эфиры и амиды). Состав зависит от природы перерабатываемого сырья. Жирные кислоты – это смесь нормальных насыщенных и преимущественно ненасыщенных кислот с углеродной цепью С16-С24 (олеиновая, линоленовая, линолевая и т.д.).

Биодобавки являются смесью эфиров соответствующих масел, которая может быть использована как ДТ. Это неядовитый, разлагаемый микроорганизмами жидкий компонент топлива, состоящий из длинных цепей моноалкиловых эфиров жирных кислот.

Сырьем для производства эфиров (биотоплива) может быть практически любой органический материал – в ход идет буквально все – от мусора до водорослей.

Полученные эфирные биодобавки компаундировали с гидроочищенным дизельным топливом в соотношениях 1-99%, 5-95% и 10-90% соответственно.

**Таблица 3**

**Эффективность действия противозносной присадки к дизельному топливу**

Сравнительная характеристика	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Содержание дизельного топлива, % масс.	99,0	95,0	90,0
Содержание сложного эфира, % масс.	1,0	5,0	10,0
Уменьшение диаметра пятна износа, %	56,0	74,5	70,0

По полученным физико-химическим характеристикам был определен оптимальный состав экологически чистого моторного топлива для дизельных двигателей (таблица 3). Анализ результатов показывает, что оптимальным содержанием биодобавки в смеси с гидроочищенным (малосернистым) дизельным топливом является 5 % масс, диаметр пятна износа при этом снижается на 74,5 %, а по содержанию серы топливо удовлетворяет 3 виду по ГОСТ Р 52368.

При добавлении биодобавок к дизельному топливу, главным образом, уменьшаются выбросы вредных веществ после использования экологически чистого топлива в двигателе. Содержание углеводородов в отработанных газах снижается до 55 %, летучих органических соединений – до 59 %, оксидов углерода – до 45 %, количество дисперсных частиц снижается до 63 % [4].

Использование биодобавок в нашей стране может дать ощутимый экономический эффект через сокращение себестоимости тепловой и даже электрической энергии. Также это может способствовать подъему сельского хозяйства и привлечению инвестиций в страну.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

#### Литература

1. Буров, Е. А. Влияние углеводородного состава дизельных топлив на их эксплуатационные свойства и приемистость к функциональным присадкам : дис. к.техн. наук : 02.00.13 / Е. А. Буров.–Москва, 2015.–154 с.

- ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. – Введ. 2006-07-01. - М. : Стандартинформ, 2005. - 19 с.
- Перспективные технологии для нефтепереработки и нефтехимии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://365-tv.ru/index.php/stati/neftegazovaya-sfera/586-perspektivnye-tehnologii-dlya-neftepererabotki-i-neftekhimii> (дата обращения 06.01.17)
- Режим доступа: [http://a4group.net/kupit\\_gotovyi\\_chertezh-chertezhi-teplotehnika\\_ventilyaciya\\_vodosnabzhenie/pereeterifikaciya\\_gidrooblagorazhivanie.html](http://a4group.net/kupit_gotovyi_chertezh-chertezhi-teplotehnika_ventilyaciya_vodosnabzhenie/pereeterifikaciya_gidrooblagorazhivanie.html) (дата обращения 20.10.2015)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАСЫЩЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДОРОЖНОГО БИТУМА

О.А. Зоренко

Научный руководитель доцент Е.В. Саламатова

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В связи с постоянным ростом нагрузки на дорожное полотно и, как следствие, ужесточением требований к качеству асфальтобетонных покрытий все более актуальной становится проблема повышения качества дорожных битумов.

Большинство исследователей полагают, что присутствие высокоплавких парафинов в битуме негативно отражается на свойствах как самого вяжущего, так и асфальтобетона на его основе. Считается, что плавление парафинов приводит к снижению устойчивости асфальтобетона к колееобразованию, а их кристаллизация при низких температурах - к повышению склонности к низкотемпературному растрескиванию. Кроме того, с высоким содержанием твердых парафинов часто ассоциируют невысокую адгезию вяжущего с минеральным наполнителем в асфальтобетоне [5, 7]. Поэтому в российском стандарте ГОСТ 33133-2014 имеется нормирующий показатель содержания твердых парафинов (не более 3%) [2]. Однако применяемые в настоящее время методики определения парафинов в битуме трудоемки, требуют больших временных затрат, имеют плохую сходимость, либо недоступны по причине высокой стоимости оборудования.

В качестве объекта исследования выбран дорожный битум БНД 60/90 производства Московского нефтеперерабатывающего завода. Данную марку битума наиболее широко применяют в качестве вяжущего в производстве дорожного асфальтобетона. Основные характеристики битума приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики битума БНД 60/90

Наименование показателя, единица измерения	Значение
Глубина проникания иглы, 0,1 мм:	
при 25 °С	82
при 0 °С	23
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	48
Растяжимость при 25 °С, см	82
Температура хрупкости, °С	- 22
Индекс пенетрации	- 0,5

Насыщенные соединения БНД 60/90 выделяли методом жидкостной адсорбционной хроматографии, по ГОСТ 33139-2014 [3]. После удаления асфальтенов из мальтеновой части были выделены насыщенные соединения методом колоночной хроматографии. Качество разделения контролировали с помощью рефрактометра и тонкослойной хроматографии.

Выделенные насыщенные соединения анализировали методом хромато-масс-спектрометрии. Результаты анализа насыщенных соединений БНД 60/90 приведены в табл.2.

Таблица 2

Групповой состав выделенных насыщенных соединений битума БНД 60/90

Группа соединений	Содержание, %
Н-алканы (C <sub>16</sub> - C <sub>38</sub> )	50,0
Изоалканы, в том числе:	17,0
- алканы с короткими алкильными заместителями	14,3
- Т-образные	1,5
- изопреноидные	1,2
Нафтены, в том числе:	15,0
- алкилциклопентаны	1,5
- алкилциклогексаны	3,1
- би- и полициклонафтены	10,4
Изоалканы и нафтены не установленного строения	18,0