

## О ПРОИЗВОДСТВЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ В СООТВЕТСТВИИ С РЕГЛАМЕНТОМ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

А.М. Данилов, д.т.н., зам. ген. директора; ВНИИ по переработке нефти  
Е.Б. Шевченко, к.т.н., доцент

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

Приведены требования нового Технического регламента (ТР) к качеству моторных топлив, поступающих на рынок стран-участниц Таможенного союза, вступившего в силу с 31.12.2012. Рассмотрены способы достижения нормативных требований регламента за счет применения различных присадок к топливу, в том числе противоизносных, антистатических, депрессорно-диспергирующих и т.д. Показана возможность улучшения качества малосернистых топлив за счет добавок рапсового этилового эфира (биодизеля).

31 декабря 2012 г. вступил в силу Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту». Он предусматривает последовательное повышение качества топлив, вырабатываемых заводами стран-участниц Таможенного союза и поступающих на их рынок по ряду принципиальных показателей (табл. 1). В настоящей статье рассматриваются проблемы обеспечения соответствующих нормативных показателей дизельных топлив повышенного качества. При этом следует учитывать, что требования регламента не распространяются на топлива, предназначенные для поставок по

заказам Минобороны, для собственных нужд, а также на экспорт.

**Производство малосернистых дизельных топлив.** Уменьшение содержания серы осуществляется с целью снижения выбросов оксидов серы, агрессивных по отношению к зданиям и сооружениям, растительному и животному миру. Благодаря интенсивному развитию процессов гидроочистки производство малосернистых и ультрамалосернистых топлив уверенно растет (рис. 1). Можно полагать, что в 2014 г. на рынок России будут поступать только топлива с содержанием серы не более 350 ppm. Однако удаление серы из дизельных топлив ухудшает их противоизносные и антистатические свойства. Поэтому для восстановления смазывающей способности топлив в мировой практике применяют противоизносные и антистатические присадки. На рис. 2 представлены обобщенные литературные данные по влиянию на наработку (пробег) топливных насосов высокого давления при использовании топлива с различным содержанием серы и противоизносной присадкой. Обширный ассортимент присадок этого назначения на практике сводится к двум типам: карбоновым кислотам и их сложным эфирам. Дешевые и эффективные карбоновые кислоты выделяют преимущественно из талловых масел — многотоннажного отхода целлюлозного производства.

Таблица 1

### Некоторые требования к качеству дизельных топлив

Показатели	Класс 3	Класс 4	Класс 5
Содержание серы, ppm, не более	350	50	10
Содержание полициклических ароматических углеводородов, %, не более	11	11	8
Цетановое число для летнего и межсезонного топлива, не ниже	51	51	51
Температура вспышки для летнего и межсезонного топлива, °С, не ниже	40	55	55
Предельная температура фильтруемости для межсезонного топлива, °С, не выше	-20	-20	-20
Содержание метиловых эфиров жирных кислот, %, не более	7	7	7
Дата прекращения производства топлива	31.12.2014	31.12.2015	31.12.2016

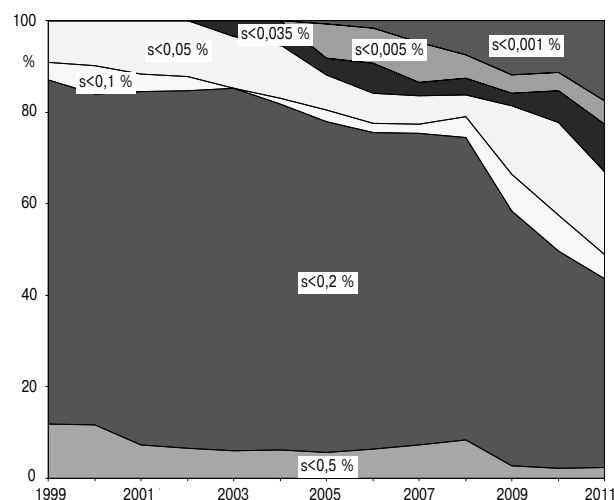
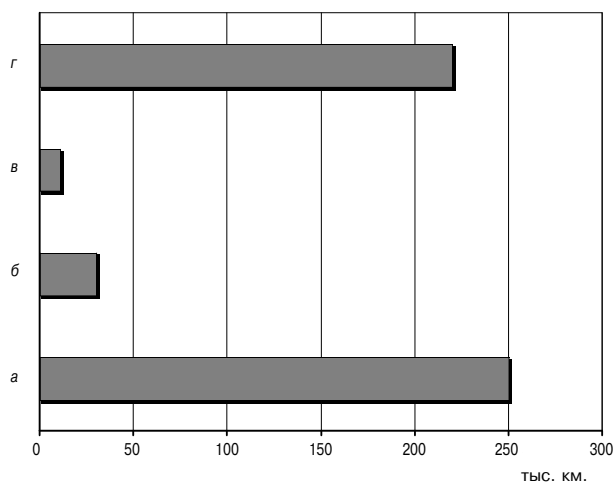


Рис. 1. Структура выработки дизельных топлив в России в 2000–2011 гг. по содержанию серы (указано на рисунке). По данным ЦДУ ТЭК



**Рис. 2. Влияние содержания серы в топливе и наработку (пробег) ТНВД**

*а* — содержание серы до 0,2 % без присадки; *б* — содержание серы до 0,005 % без присадки; *в* — содержание серы до 0,001 % без присадки; *г* — содержание серы до 0,001 % с присадкой

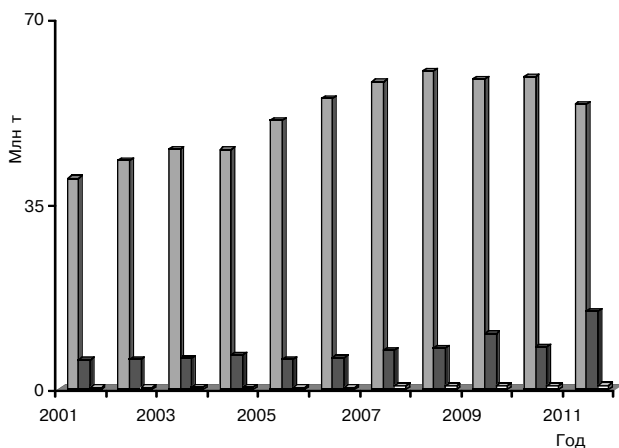
В России вырабатываются две присадки этого назначения: Байкат (ОАО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза») и Комплексал Эко-Д (ОАО «Новокуйбышевский завод масел и присадок»). Они с успехом используются на ряде заводов с 2010 г. и могут удовлетворить всю потребность отечественных НПЗ. Наряду с ними некоторое количество присадок закупается по импорту. Недостатком присадок кислотного типа является их взаимодействие с металлическими поверхностями, вследствие чего на стенках бочек и резервуаров появляются мыльные отложения. Они не влияют на работоспособность присадок, но, тем не менее, нежелательны. Поэтому такие присадки перевозят и хранят в емкостях из нержавеющей стали или пластиковых (полипропиленовых) контейнерах. Другой выход из положения — применение сложноэфирных присадок, например, моноолеата глицерина. Рабочие концентрации присадок зависят от содержания серы и в меньшей степени — от группового состава топлива, а также от наличия в топливе некоторых присадок, с которыми они плохо совместимы. Обычно для топлива с содержанием серы без других присадок достаточно 0,01–0,015 % противоизносной присадки, если в топливо дополнительно введены промоторы воспламенения или депрессоры, необходимая концентрация противоизносной присадки увеличивается на 30–50 %.

Что касается антистатических присадок, они пока закупаются по импорту. В настоящее время поставлена задача восстановить собственное производство антистатических присадок (в 1970-е гг. была допущена к применению присадка Сигбол, сырьевая база которой к настоящему времени утрачена).

Содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) ограничивают из-за их потенциального канцерогенного воздействия на организм человека. При существующей структуре нефтепереработки в России эта проблема не слишком актуальна. Согласно статистическим данным содержание ПАУ в товарных топливах редко превышает 7 %. Это объясняется незначительным содержанием в них вторичных дизельных фракций. По мере углубления переработки нефти и вовлечения в топлива газойлей каталитического крекинга и других деструктивных процессов, концентрация ПАУ в топливах будет увеличиться. В этом случае радикальным способом снижения концентрации ПАУ может стать снижение температуры конца кипения топлива. Если же при этом ухудшится его смазывающая способность, в топливо может быть введена противоизносная присадка.

Цетановое число (ЦЧ) летнего и межсезонного дизельного топлива, соответствующего классу 3 и выше, установлено на более высоком уровне, чем это допускает ГОСТ 305–82. Но и в этом случае серьезной проблемы не просматривается. Так как товарные дизельные топлива состоят преимущественно из высокоцетановых прямогонных фракций, ЦЧ топливного пула России колеблется в пределах 48–50 ед. «Недобор» составляет 1–3 ед. что легко компенсируется введением 0,03–0,06 % промотора воспламенения. Весь обширный ассортимент присадок этого типа, предлагаемый западными и российскими поставщиками, сводится фактически к одному соединению — 2-этилгексилнитрату, сравнительно удобному в производстве и дешевому продукту. В России его производство освоено на ФКП «Завод им. Я.М. Свердлова» (г. Дзержинск) под названием «Экоцетан» в количестве, достаточном для удовлетворения существующей потребности, составляющей в настоящее время около 8 тыс. т/г.

Низкотемпературные свойства дизельных топлив согласно регламенту оцениваются предельной температурой фильтруемости (ПТФ), которая нормируется для межсезонных, зимних и арктических топлив. Топлива зимнее и арктическое в России вырабатываются в небольших количествах (рис. 3). Межсезонное является сравнительно новым, в 2011 г. было выработано около 1 млн т такого топлива, менее 1,5 % общей выработки. Требуемое значение ПТФ обеспечивается снижением конца кипения топлива. При этом несколько ухудшаются противоизносные свойства и воспламеняемость топлива, что при необходимости выправляется введением присадок, рассмотренных выше. Другой путь улучшения низкотемпературных свойств топлива заключается

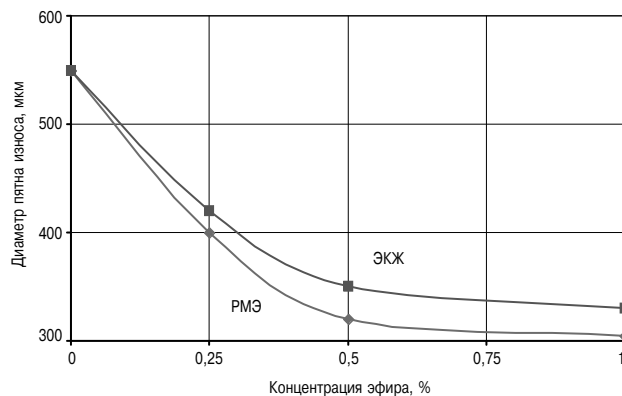


**Рис. 3. Динамика выработки дизельных топлив в России в 2003–2010 гг. с низкотемпературными свойствами (последовательно «летнее», «зимнее», «арктическое»). Данные ЦДУ ТЭК. Выработка межсезонного топлива в 2011 г. составила 987 тыс. т**

в использовании депрессорно-диспергирующих присадок. Особенности механизма действия таких присадок являются причиной их высокой чувствительности к групповому углеводородному составу топлива. Фактически в каждом случае приходится подбирать присадку с оптимальными физико-химическими характеристиками. Это приводит к необходимости иметь ассортимент из нескольких (20 и более) наименований. Потребность российских НПЗ в депрессорно-диспергирующих присадках составляет 1,2–1,5 тыс. т/г. Некоторое дополнительное количество используют потребители топлив, которые в межсезонный период пытаются хоть в какой-то степени придать летнему топливу свойства зимнего. Есть только одна отечественная присадка этого назначения — ВЭС-410Д, производство которой освоено на ОАО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза». Но на практике она пока используется редко, так как требует доработки. Достаточного ассортимента присадок, о чем сказано выше, у отечественных производителей нет, и вряд ли он будет создан в ближайшие годы.

Метилловые эфиры жирных кислот, так называемый биодизель, широко используются и являются обязательными в некоторых странах. Это позволяет в некоторой степени расширить ресурсы топливной базы за счет возобновляемого сырья. В России использование биодизеля не практикуется, но в перспективе возможно. Поэтому следует рассмотреть особенности их применения.

Биодизелем называют, главным образом, «метилловый эфир рапсового масла», но возможны и другие варианты, например, продукты метилирования соевого масла, свиного и куриного жира и т. д. Все они характеризуются одним и тем



**Рис. 4. Влияние РМЭ и ЭКЖ на противоизносные свойства дизельного топлива**

Таблица 2

**Влияние добавки 7 % биодизеля на некоторые свойства дизельного топлива класса 4**

Показатель	Без добавки	РМЭ	ЭКЖ
Средний диаметр пятен износа при испытаниях на стенде HFRR, мкм	550	305	247
Цетановое число	50	51	52
Температура застывания, °С	-16	-18	-15

же набором свойств, различающихся количественными характеристиками. Следует отметить их хорошую воспламеняемость (ЦЧ — 55 ед. и выше) и отличную смазывающую способность, позволяющую отказаться от специальных противоизносных присадок. На рис. 4 представлена зависимость среднего диаметра ( $d_{cp}$ ) пятен износа от концентрации рапсметилового эфира (РМЭ) и эфира куриного жира (ЭКЖ) при испытаниях на стандартном стенде HFRR. Добавка уже 0,25 % биодизеля снижала значение  $d_{cp}$  с заметным запасом: с 550 до 400 мкм при норме 460 мкм.

Влияние биодизеля на низкотемпературные свойства топлив неоднозначно. При его введении в топлива, прошедшие глубокую гидроочистку, температура застывания и ПТФ, как правило, понижаются. В негидроочищенном топливе наблюдается обратная зависимость. На практике это означает, что добавка биодизеля в разрешенной концентрации 7 % не сможет заметно ухудшить низкотемпературные свойства товарного топлива. В табл. 2 представлено влияние метилловых эфиров рапсового масла (РМЭ) и куриного жира (ЭКЖ) на некоторые свойства дизельного топлива класса 4. Другие характеристики: фракционный состав, вязкость, плотность и пр. также изменяются, но незначительно. Таким образом, добавка биодизеля в топлива нефтяного происхождения в допустимом количестве 7 % может оказать положительное влияние на его эксплуатационные свойства.