

УДК 665.753.4; 665.7.038

М.В. Гилева, Н.А. Кулакова

ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», Пермь, Россия

В.Г. Рябов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

В связи со значительным ростом общего спроса на высококачественные дизельные топлива в последние годы, а также развитием северных территорий особую значимость приобретает производство топлив для арктического климата. Технология получения таких топлив на данный момент требует вовлечения значительного количества дорогостоящих легких фракций бензина и керосина. Именно поэтому данная работа направлена на оптимизацию компонентного состава дизельного топлива и применение высокоэффективных депрессорно-диспергирующих присадок для получения арктического дизельного топлива соответствующего нормам ЕВРО 2 и 3 с пониженным содержанием легких фракций.

В качестве базы для производства арктического дизельного топлива ЕВРО классов 2, 3 с депрессорно-диспергирующей присадкой было предложено использовать трехкомпонентную смесь, состоящую из гидроочищенного летнего и зимнего дизельного топлива и гидроочищенной фракции для производства реактивного топлива.

*В ходе исследований были проанализированы физико-химические характеристики исходных компонентов и ряда компаундов на их основе, а также измерено молекулярно-массовое распределение *n*-парафинов, входящих в их состав. Определена стабильность компаундированных арктических дизельных топлив при кратковременном и длительном хранении в холодных условиях.*

Результаты анализов показали, что исходные компоненты имеют относительно узкий диапазон выкипания и короткую хвостовую фракцию, что не позволяет обеспечить эффективную ра-

боту депрессорно-диспергирующей присадки. Смешение же данных компонентов позволяет существенно расширить диапазон выкипания и растянуть хвостовую фракцию, а также скорректировать распределение n-парафинов по молекулярной массе.

На основании проведенных исследований были предложены оптимальные рецептуры для производства дизельных топлив для арктического климата классов ЕВРО 2 и 3, вырабатываемых по ГОСТ Р 52368 и удовлетворяющих требованиям по седиментационной устойчивости при холодном хранении.

Доля летнего топлива в составе базовой смеси может составлять от 15 до 25 мас. %, фракции для производства реактивного топлива – от 10 до 30 мас. %. За счет вовлечения более дешевого летнего дизельного топлива в состав компаунда достигается дополнительный экономический эффект.

***Ключевые слова:** арктическое дизельное топливо, депрессорно-диспергирующие присадки, устойчивость при хранении, низкотемпературные свойства, температура помутнения, температура предельной фильтруемости.*

M.V. Gileva, N.A. Kulakova

ООО «LUKOIL-Permnefteorgsintez», Perm, Russian Federation

V.G. Ryabov

Perm National Research Polytechnic University,
Perm, Russian Federation

USE OF DEPRESSANT-DISPERSANT ADDITIVES IN ARCTIC DIESEL FUEL PRODUCTION

Due to the significant increase in the high-quality diesel fuel overall demand in recent years, as well as the development of the northern territories, production of fuels for Arctic climate become very important. The technology for producing such fuels currently requires the involvement of a significant amount of relatively expensive light fractions of gasoline and jet fuel. Current study is aimed at optimizing of arctic diesel fuel component composition and the use of effective depressant and dispersant additives for fuel that complies with Euro 2 and 3 standards with low content of light fractions.

It was proposed to use three-component mixture consisting of hydrotreated summer and winter diesel fraction and hydrotreated fraction

for the production of jet fuel as a base for the production of arctic diesel fuel EURO classes 2, 3 with depressant-dispersant additive.

Physicochemical characteristics of the base components and compounds on their basis were analyzed. Molecular weight distribution of n-paraffins in these specimens were determined. Study included determination of the stability of compounded Arctic diesel fuels at short-term and long-term storage in cold conditions.

It was shown that the base components have a relatively narrow boiling range and a short tail fraction, which does not allow for efficient operation depressant-dispersant additive. Mixing of these components can significantly extend the range of boiling points and stretch the tail fraction, as well as to adjust the n-paraffins molecular weight distribution.

Optimum component compositions for the production of arctic diesel fuels of Euro 2 and 3 compliant to GOST R 52368 that meets the requirement for sedimentation stability during cold storage were found.

It was found that summer diesel fuel content in the base mixture may be from 15 to 25 wt. %, and content of jet fuel fraction – from 10 to 30 wt. %. Due to the involvement of a cheaper summer diesel fuel in the compound arctic fuel an additional economic benefit is achieved.

Keywords: *arctic diesel fuel, depressant-dispersant additives, storage stability, low temperature properties, cloud point, cold filter plugging point.*

В последние годы наблюдается стабильное увеличение мирового спроса на дизельное топливо. Считается, что к 2015 г. общий спрос на дизельное топливо возрастет на 55 млн т, что почти в 2 раза превысит применение бензина [1].

Рост числа автомобилей с дизельным двигателем, освоение новых северных территорий ведет к увеличению спроса на зимние марки дизельного топлива. Особенно это актуально для России, где холодная климатическая зона занимает большую часть территории страны.

На сегодняшний день дизельное топливо для арктического климата классов 2 и 3 в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» получают путем компаундирования гидроочищенного зимнего дизельного топлива с установок гидроочистки и гидроочищенной фракции для производства реактивного топлива. Конец кипения полученного продукта составляет 280–300 °С, что существенно ограничивает объем выпуска такого топлива, по сравнению с производством дизельного топлива для умеренного климата с концом кипения 345–360 °С, выпускаемого с применением депрессорно-диспергирующей присадки (ДДП). При та-

ком методе компаундирования приходится использовать от 50 до 80 % бензина и керосина (более дорогостоящих продуктов), что приводит к удорожанию дизельного топлива и ухудшению его эксплуатационных свойств (усиливается износ двигателя, снижается цетановое число) [2–4].

С другой стороны, применение депрессорных присадок для производства арктических дизельных топлив позволило бы дополнительно переработать до 4 % сырой нефти в более дорогостоящие фракции бензина и керосина [5].

Цель данных исследований – реализация идеи приготовления дизельных топлив ЕВРО для арктического климата классов 2, 3 с областью применения от минус 32 до минус 38 °С и соответствующих требованиям ГОСТ Р 52368 на единой трехкомпонентной основе с применением депрессорно-диспергирующей присадки. Такой подход вызван необходимостью одновременного производства в зимний период нескольких классов дизельного топлива и невозможностью постоянной смены технологического режима установок АВТ для получения различных базовых топлив.

Приготовление дизельного топлива ЕВРО классов 2 и 3 с депрессорно-диспергирующей присадкой (производства компании Clariant) на базе трехкомпонентной смеси имеет ряд преимуществ по сравнению с технологией, применяемой на производстве в настоящее время, а именно:

1) увеличивается выход дизельного топлива классов 2 и 3 с областью применения от минус 32 до минус 38 °С по сравнению с выработкой данных марок без депрессорно-диспергирующей присадки за счет утяжеления конца кипения (к.к.) продукта с 280 до 300–320 °С;

2) увеличивается объем производства зимних видов дизельного топлива за счет вовлечения летнего дизтоплива.

В качестве базы для производства дизельного топлива ЕВРО классов 2, 3 с депрессорно-диспергирующей присадкой было предложено использовать трехкомпонентную смесь, в состав которой входят:

- гидроочищенное летнее дизельное топливо (ДТ) с температурой помутнения минус 5–10 °С;
- гидроочищенное зимнее ДТ с температурой помутнения минус 35–38 °С;
- гидроочищенная фракция для производства реактивного топлива (РТ).

Характеристики исходных компонентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели качества исходных компонентов дизельного топлива
для арктического климата**

Показатели качества	Зимнее ДТ	Летнее ДТ	Фракция РТ
Температура помутнения, °С	минус 36	минус 9	–
Плотность при 15 °С, кг/м ³	814,4	837,5	791,6
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	1,699	3,570	1,097
Фракционный состав, °С:			
н.к.	166	223	150
5% об.	184	242	163
20% об.	194	256	171
90% об.	274	332	218
95% об.	289	345	227
к.к.	294	351	232
Молекулярно-массовое распределение н-парафинов, мас. %:			
общее содержание	25,55	29,17	24,34
C _{начало} –C ₁₁	7,07	1,14	16,84
C ₁₂ –C ₁₇	18,28	18,85	7,47
C ₁₈ –C ₂₂	0,18	8,64	0,03
C ₁₈ –C _{конец цепи}	0,20	9,21	0,03

В ходе исследований необходимо было определить диапазоны вовлечения гидроочищенного зимнего и летнего дизельного топлива и гидроочищенной фракции для производства РТ, обеспечивающие максимальную эффективность депрессорно-диспергирующей присадки при производстве продукта, соответствующего стандарту ЕВРО классов 2 и 3.

Понятие «эффективность депрессорно-диспергирующей присадки» включает в себя обеспечение соответствия нормам по предельной температуре фильтруемости (ПТФ) по ГОСТ Р 52368 для классов 2 и 3 и удовлетворительной стабильности дизельного топлива при холодном хранении.

Как показывает анализ качества компонентов (см. табл. 1), гидроочищенные зимнее и летнее дизельные топлива имеют узкий диапазон выкипания (разница между температурой выкипания 20 и 90 % – не более 80 °С) и короткую хвостовую фракцию (интервал выкипания 90 % – к.к. не более 20 °С). Фракция для производства реактивного топлива также имеет узкий диапазон выкипания и короткую хвостовую фракцию (не более 50 °С и не более 15 °С соответственно), что не по-

звояет обеспечить эффективную работу депрессорно-диспергирующей присадки.

Смешение этих компонентов позволяет для дизельного топлива класса 2 расширить диапазон выкипания до 90 °С и растянуть хвостовую фракцию до 24 °С, а для дизельного топлива класса 3 расширить диапазон выкипания до 80 °С и выше и растянуть хвостовую фракцию до 23 °С и выше. Таким образом, добавлением в зимнее дизельное топливо фракции для производства реактивного топлива, содержащей легкорастворимые n-парафины, корректируется головная часть топлива. Вовлечение летнего дизельного топлива с длинной углеводородной цепочкой растягивает хвостовую часть зимнего дизельного топлива.

Анализ качества базовых компонентов также показывает существенное различие в молекулярно-массовом распределении (ММР) нормальных парафиновых углеводородов, которое является важным показателем при определении эффективности депрессорно-диспергирующей присадки при холодном хранении топлива. Использование трех компонентов для создания базовой смеси позволяет скорректировать количество n-парафиновых цепей углеводородов $C_{\text{начало}}-C_{11}$, $C_{12}-C_{17}$, $C_{18}-C_{22}$ и $C_{18}-C_{\text{конец цепи}}$ для обеспечения эффективности депрессорно-диспергирующей присадки и стабильности топлива при холодном хранении.

На основе выбранных исходных компонентов был приготовлен ряд компаундов с добавлением депрессорно-диспергирующей присадки (табл. 2).

Таблица 2

Состав и характеристики компаундированных дизельных топлив класса 2

Показатели качества	Компаунд дизельного топлива класса 2					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Состав, мас. %:						
ДТ зимнее	70	65	65	60	55	50
ДТ летнее	20	25	15	20	25	30
Фракция РТ	10	10	20	20	20	20
Температура помутнения, °С	-25	-24	-25	-26	-25	-22
Предельная температура фильтруемости, °С						
исходная	-28	-24	-29	-28	-26	-23
при добавлении 0,06 мас. % ДДП	-34	-34	-34	-35	-36	-34
при добавлении 0,08 мас. % ДДП	-35	-34	-36	-36	-36	-34

Окончание табл. 2

Показатели качества	Компаунд дизельного топлива класса 2					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Стабильность при холодном хранении:						
кратковременное	Удовл.	Не опред.	Удовл.	Удовл.	Удовл.	Не опред.
длительное	Удовл.	Не опред.	Удовл.	Удовл.	Удовл.	Не опред.
Фракционный состав, °С:						
н.к.	158	155	162	157	162	156
5 % об.	184	183	181	181	182	181
20 % об.	197	198	192	194	196	199
90 % об.	291	296	287	292	295	299
95 % об.	308	310	307	312	313	316
к.к.	315	318	314	319	319	320
Интервал выкипания 20–90 %, °С	94	98	95	98	99	100
Интервал выкипания 90 % – к.к., °С	24	22	27	27	24	21
Молекулярно-массовое распределение n-парафинов, мас. %:						
C _{начало} –C ₁₁	6,83	6,53	7,79	7,82	7,51	7,21
C ₁₂ –C ₁₇	16,82	16,73	15,82	15,74	15,64	15,55
C ₁₈ –C ₂₂	1,63	2,19	1,25	1,62	1,98	2,35
C ₁₈ –C _{конец цепи}	1,75	2,34	1,34	1,73	2,13	2,51

Таблица 3

Состав и характеристики компаундированных дизельных топлив класса 3

Показатели качества	Компаунд дизельного топлива класса 2				
	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
Состав, мас. %:					
ДТ зимнее	65	60	55	65	60
ДТ летнее	15	15	15	10	10
Фракция РТ	20	25	30	25	30
Температура помутнения, °С	–28	–28	–28	–33	–33
Предельная температура фильтруемости, °С:					
исходная	–30	–30	–30	–34	–34
при добавлении 0,06 мас. % ДДП	–39	–39	–40	–42	–43
при добавлении 0,07 мас. % ДДП	–40	–39	–40	–42	–43
при добавлении 0,08 мас. % ДДП	–40	–40	–41	–42	–44

Показатели качества	Компаунд дизельного топлива класса 2				
	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
Стабильность при холодном хранении: кратковременное длительное	Удовл. Удовл.	Удовл. Удовл.	Удовл. Удовл.	Удовл. Неудовл.	Удовл. Неудовл.
Фракционный состав, °С:					
н.к.	170	169	168	174	178
5 % об.	183	184	181	191	193
20 % об.	197	197	195	198	201
90 % об.	279	278	277	271	273
95 % об.	299	293	295	288	290
к.к.	319	321	322	299	300
Интервал выкипания 20–90 %, °С	82	81	82	73	72
Интервал выкипания 90 % – к.к., °С	40	43	45	28	27
Молекулярно-массовое распределение н-пара- финов, мас. %					
С _{начало} –С ₁₁	8,11	8,60	9,08	8,91	9,40
С ₁₂ –С ₁₇	15,81	15,28	14,75	15,39	14,84
С ₁₈ –С ₂₂	1,25	1,24	1,23	0,8786	0,8689
С ₁₈ –С _{конец цепи}	1,34	1,33	1,32	0,9394	0,9309

Результаты анализов показали, что все компаунды имеют удовлетворительную температуру помутнения в соответствии с требованиями ГОСТ 52368.

Оптимальная концентрация депрессорно-диспергирующей присадки для обеспечения предельной температуры фильтруемости дизельных топлив классов 2 и 3 составила 0,06 мас. %.

Для понимания роли молекулярно-массового распределения н-парафинов компонентов базового топлива в эффективности действия депрессорно-диспергирующей присадки весь спектр линейных алканов был разбит на следующие группы:

- С_{начало}–С₁₁ – отвечают за наличие в дизельном топливе керосиновой фракции, сдвигающей кристаллизацию н-парафинов при охлаждении топлива до температуры ниже температуры помутнения;
- С₁₂–С₁₇ – отвечают за улучшение ПТФ при введении в дизельное топливо депрессорно-диспергирующей присадки;

- $C_{18}-C_{22}$ и $C_{18}-C_{\text{конец цепи}}$ – являются труднорастворимыми n-парафинами, которые осаждаются первыми при охлаждении топлива до температуры ниже температуры помутнения топлива. Наклон «правого плеча» молекулярно-массового распределения и длина хвостовой части углеводородной цепи оказывают влияние на скорость осаждения парафинов и, тем самым, на ПТФ и стабильность дизельного топлива с присадкой при холодном хранении.

С помощью определения молекулярно-массового распределения n-парафиновых углеводородов в дизельном топливе можно предсказать, будет ли топливо с депрессорно-диспергирующей присадкой стабильно против расслоения при хранении в зимних условиях. Установлено, что количество углеродов $C_{18}-C_{22}$ и $C_{18}-C_{\text{конец цепи}}$ до 2,11 и 2,30 % соответственно обеспечивает удовлетворительную стабильность при холодном хранении, а превышение данных значений, как правило, приводит к расслоению топлива.

В соответствии с данными границами была спрогнозирована удовлетворительная стабильность для компаундов № 1, 3, 4, 5, 7–11, поэтому для этих образцов выполнялся тест на седиментационную стабильность при холодном хранении.

При хранении ДТ при температуре ниже его температуры помутнения происходит выпадение кристаллов n-парафинов под действием силы тяжести на дно резервуаров (расслоение топлива). В связи с тем, что отбор дизельного топлива из резервуаров происходит из нижнего 20%-го слоя, потребитель может получить бракованный продукт. Данный процесс также имеет место при длительном хранении дизельного топлива в баке машин. Седиментационную устойчивость дизельного топлива с депрессорно-диспергирующей присадкой определяли двумя способами: первый способ предназначен для определения данной устойчивости дизельного топлива при кратковременном холодном хранении, второй – при длительном.

Стабильность топлива к расслоению при кратковременном холодном хранении определяли по СТО 11605031-041–2010 «Дизельные топлива с депрессорными присадками. Метод квалификационной оценки седиментационной устойчивости при отрицательных температурах». Тест на стабильность топлива с присадкой проводили в климатической камере при температуре минус 27 °С для дизельного топлива класса 2 и минус 33 °С для дизельного топлива класса 3 в течение 16 ч.

По результатам определения низкотемпературных характеристик дизельных топлив с депрессорно-диспергирующей присадкой в дозировке 600 ppm после кратковременного холодного хранения (см. табл. 2, 3) к дальнейшему испытанию при длительном холодном хранении допустили компаунды № 1, 3, 4, 5, 7–11.

Седиментационную устойчивость при длительном холодном хранении определяли по МИ 201-18–2013 «Методика определения седиментационной устойчивости дизельных топлив к осаждению н-парафинов при длительном хранении в зимних условиях». Тест на стабильность топлива с присадкой проводили в течение пяти суток при температуре минус 32 °С для дизельного топлива класса 2 и минус 38 °С для дизельного топлива класса 3. Стабильность топлив при холодном хранении оценивали по качеству нижнего (20 %) и верхнего (80 %) слоев дизельного топлива по низкотемпературным характеристикам после термостатирования.

Установлено, что для обеспечения стабильности дизельного топлива с депрессорно-диспергирующей присадкой классов 2 и 3 при холодном хранении в зимних условиях температура помутнения базового топлива должна быть не выше минус 25 °С и не выше минус 28 °С соответственно.

Выполненные анализы низкотемпературных характеристик дизельных топлив с содержанием депрессорно-диспергирующей присадки 0,06 мас. % после длительного холодного хранения показали, что все компаунды дизельных топлив имеют неудовлетворительную стабильность при холодном хранении. Причиной этого является недостаточное количество диспергатора, поэтому для поддержания н-парафинов во взвешенном состоянии при длительном холодном хранении следует увеличить дозировку ДДП. Для обеспечения стабильности компаундов № 1, 3, 4, 5, 7–11 при холодном хранении необходимая дозировка присадки составила 0,08 мас. %. Увеличение концентрации присадки позволило обеспечить удовлетворительную стабильность при длительном холодном хранении для компаундов № 1, 3, 4, 5, 7–9.

Анализ фракционного состава исследованных компаундов дизельного топлива класса 2 показал, что на седиментационную устойчивость данного вида топлив значительное влияние оказывает хвостовая фракция (интервал выкипания 90 % – к.к.) [6]. Удовлетворительной стабильностью при длительном хранении обладают компаунды, данный интервал 24 °С и более. Явной взаимосвязи интервала выкипания

20–90 % и стабильности при длительном холодном хранении выявлено не было.

В результате определения низкотемпературных свойств дизельных топлив после длительного холодного хранения было обнаружено, что температура помутнения нижнего слоя значительно отличается от температуры помутнения исходного топлива. Вероятнее всего это связано с выпадением кристаллов н-парафинов в нижний слой топлива, которые, однако, не влияют на температуру фильтруемости нижнего слоя дизельного топлива. Данное обстоятельство может быть обусловлено направленным действием депрессорно-диспергирующей присадки, которая преобразует кристаллы выпавших н-парафинов – вместо пластинчатых выпадают игольчатые кристаллы, которые проходят через фильтр при более низкой температуре, чем температура помутнения данного ДТ.

На основании проведенных исследований были предложены оптимальные рецептуры для производства дизельных топлив для арктического климата классов 2 и 3, вырабатываемых по ГОСТ Р 52368 и удовлетворяющих требованиям по седиментационной устойчивости при холодном хранении (табл. 4).

Таблица 4

Оптимальные рецептуры дизельного топлива для арктического климата классов 2 и 3

Компоненты	Доля вовлечения, мас. %	
	для получения арктического ДТ класса 2	для получения арктического ДТ класса 3
Гидроочищенное дизельное топливо зимнее	55–70	55–65
Гидроочищенное дизельное топливо летнее	15–25	15
Гидроочищенная фракция для производства реактивного топлива	10–20	20–30
Депрессорно-диспергирующая присадка	0,08	0,08

Доля летнего топлива в составе базовой смеси для класса 2 может составлять от 15 до 25 мас. %, фракции для производства РТ – от 10 до 25 мас. %. Оптимальным вариантом, позволяющим максимально вовлекать летнее дизельное топливо (до 25 мас. %) при приготовлении топлива класса 2 и обеспечить требуемое качество, является введение в смесь порядка 20 мас. % фракции для производства РТ. Доля летнего

топлива в составе базовой смеси для класса 3 может составлять 15 %, фракции для производства РТ – от 20 до 30 %.

Выводы. Разработанные рецептуры производства дизельного топлива для арктического климата класса 2 и 3 с применением депрессорно-диспергирующей присадки обеспечивают выполнение требований к качеству топлива согласно ГОСТ 52368 и гарантируют седиментационную устойчивость дизельного топлива против осаждения н-парафинов при длительном хранении в зимних условиях.

Производство дизельных топлив класса 2 и 3 с применением депрессорно-диспергирующей присадки позволит увеличить объемы производства топлив для арктического климата за счет вовлечения летнего дизельного топлива и, таким образом, принести предприятию дополнительный экономический эффект.

Список литературы

1. Nigel R. Cuthbert. Auto and oil industries improving quality, efficiency of EU fuels // *Oil & Gas Journal*. – 1999. – Vol. 97, no. 28. – P. 40–45.
2. Тертерян Р.А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. – М.: Химия, 1990. – 238 с.
3. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – Л.: Химия, 1985. – 312 с.
4. Терентьев Г.А., Митусова Т.Н., Ашитко С.Г. Дифференциация оптовых цен на дизельные топлива с учетом его качества // *Химия и технология топлив и масел*. – 1989. – № 1. – С. 2–4.
5. Браун Д. Присадки для улучшения холодной текучести // *Материалы Инфинееум Интернешнл Лимитед IBF 7090*. – М., 1999. – 50 с.
6. Васильев Г.Г., Наврилов Н.В., Лобашова М.М. Применение депрессорно-диспергирующих присадок при производстве дизельных топлив ЕВРО // *Мир нефтепродуктов*. – 2013. – № 1. – С. 5–11.

References

1. Nigel R. Cuthbert. Auto and oil industries improving quality, efficiency of EU fuels. *Oil & Gas Journal*, 1999, vol. 97, no. 28, pp. 40–45.
2. Terteryan R.A. Depressornye prisadki k neftyam, toplivam i maslam [Fuel and oil pour point depressant additives]. Moscow: Khimiya, 1990. 238 p.

3. Kuliev A.M. Khimiya i tekhnologiya prisadok k maslam i toplivam [Chemistry and technology of oil and fuel additives]. Leningrad: Khimiya, 1985. 312 p.

4. Terentev G.A., Mitusova T.N., Ashitko S.G. Differentsiatsiya optovykh tsen na dizelnye topliva s uchetom ego kachestva [Quality based diesel fuel trade price differentiation]. *Khimiya i tekhnologiya topliv i masel*, 1989, no. 1, pp. 2–4.

5. Braun D. Prasadki dlya uluchsheniya kholodnoj tekuchesti [Cold flowability improving additives]. *Materialy Infineum International Limited IBF 7090*. Moscow, 1999. 50 p.

6. Vasilev G.G., Navrilov N.V., Lobashova M.M. Primenenie depressorno-dispergiruyuschikh prisadok pri proizvodstve dizelnykh topliv EVRO [Use of depressant-dispersant additives in EURO-compliant diesel fuels production]. *Mir nefteproduktov*, 2013, no. 1, pp. 5–11.

Получено 15.10.2015

Об авторах

Гилева Милана Владимировна (Пермь, Россия) – инженер-химик опытно-исследовательского цеха ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» (614055, г. Пермь, ул. Промышленная, 84, e-mail: Milana.Gileva@pnos.lukoil.com).

Кулакова Наталья Андреевна (Пермь, Россия) – лаборант химического анализа опытно-исследовательского цеха ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» (614055, г. Пермь, ул. Промышленная, 84, e-mail: lukpnos@pnos.lukoil.com).

Рябов Валерий Германович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, декан химико-технологического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: rvg@pstu.ru).

About the authors

Milana V. Gileva (Perm, Russian Federation) – Chemist Engineer, R&D Department, ООО “LUKOIL-Permnefteorgsintez” (84, Promyshlennaya str., Perm, 614055, Russian Federation; e-mail: Pavel.Bakulev@pnos.lukoil.com).

Natalya A. Kulakova (Perm, Russian Federation) – Laboratory Chemist, R&D Department, ООО “LUKOIL-Permnefteorgsintez” (84, Promyshlennaya str., Perm, 614055, Russian Federation; e-mail: lukpnos@pnos.lukoil.com).

Valerij G. Ryabov (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of Chemical technology faculty, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: rvg@pstu.ru).