

DOI: 10.15593/2224-9400/2018.2.06

УДК 665.65.087.45

С.В. Котов^{1,2}, Б.Ю. Смирнов², И.Н. Канкаева¹¹Средневолжский научно-исследовательский институт
по нефтепереработке, г. Новокуйбышевск, Россия²Самарский государственной технической университет,
г. Самара, Россия

СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ СУДОВЫХ ТОПЛИВ

Представлены две альтернативные рецептуры получения судового маловязкого топлива. В первом варианте необходимая температура застывания достигается за счет повышенного содержания компонента дизельного топлива летнего (20–40 %). Во втором варианте содержание дизельного топлива снижается до 10–20 % за счет добавки депрессорной присадки.

Разработано судовое высоковязкое легкое топливо RMB 30 с применением депрессорной присадки. Агрегативная стабильность судового высоковязкого топлива на базе легкого и тяжелого газойля коксования с УЗК, экстракта селективной очистки и гудрона достигается применением полиалкилбензольной смолы. Предложен состав судового сверхтяжелого топлива RMD 80, на базе остаточных компонентов – прямогонного мазута и крекинг-остатка.

Показаны возможности улучшения экологических свойств судовых топлив за счет введения противодымных присадок (например, Lubrizol ADX 3880).

Ключевые слова: судовое топливо, состав, рецептура, присадки, агрегативная стабильность, экологические свойства, полиалкилбензольная смола.

S.V. Kotov^{1,2}, B.Yu. Smirnov², I.N. Kankaeva¹¹Middle Volga Research Institute of Oil Refining,
Novokuybyshevsk, Russian Federation²Samara State Technical University, Samara,
Russian Federation

CREATION OF PERSPECTIVE COMPOSITIONS OF SHIP FUELS

Two alternative recipes for obtaining low-viscosity marine fuel are presented. In the first variant, the necessary pour point is reached due to the increased content of the summer diesel fuel component (20–40 %). In the second – the content of diesel fuel is reduced to 10–20 % due to the addition of a depressant additive.

The vessel high-viscosity light fuel RMB 30 with the use of a depressant additive has been developed. Aggregative stability of the ship's high-viscosity fuel base of light and heavy gas oil coking with ultrasonic testing, extract of selective treatment and tar is

achieved using polyalkylbenzene resin. The composition of the ship super heavy fuel RMD 80 is proposed, based on residual components – straight-run fuel oil and cracking residue.

The possibilities of improving the environmental properties of marine fuels by introducing smoke suppressants (for example, Lubrizol ADX 3880) are shown.

Keywords: *ship fuel, composition, formulation, additives, aggregative stability, ecological properties, polyalkylbenzene resins.*

Международные меры, направленные на защиту экологии и сокращение серы в выхлопных газах, коснулись и судоходной отрасли. Стандарты, установленные для судового топлива, требуют от судоходных фирм разработки новых топливных фильтров, а от НПЗ – производства экологически чистых видов топлива, что возможно в результате модернизации производства. Получение судовых топлив является экономически эффективным способом утилизации нецелевых фракций нефтепереработки. Ужесточающиеся требования к экологической безопасности работы судовых двигателей требуют применения присадок, снижающих дымность отходящих газов и увеличивающих полноту сгорания топлива. Правила, касающиеся выбросов с судов, установлены Международной морской организацией в рамках Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL) и действуют с мая 2005 г. Они изложены в документе «Приложение 4 к MARPOL. Предотвращение загрязнения атмосферы водным транспортом». Данные нормы также определяют районы контроля выбросов (SECA) или зоны контроля выхлопных газов (ECA). Такие зоны есть в Северном и Балтийском морях, а также в проливе Ла-Манш. Приложение 4 предусматривает содержание серы в любом судовом топливе, которое не должно превышать 3,5 % от общей массы (с 01.01.2012 г. до 01.01.2020 г.), а в зонах SECA и ECA – от 0,1 до 1,0 % от общей массы после 2015 г. В июле 2010 г. вступила в силу новая редакция этого документа – Приложение VI MARPOL 73/78, предусматривающее более жесткие требования к судам [1]. Нововведения коснулись практически всех групп вредных выбросов, включая и NO_x (снижение нормативов по оксидам азота на 20–80 %).

Действующие на судовые топлива в нашей стране ТУ 38.101567–2005 «Топливо маловязкое судовое» (с 1987 г.), ТУ 38.1011314–2001 «Топливо судовое высоковязкое Э» (с 1990 г.) и ГОСТ Р 54299–2010 (усовершенствованный стандарт ИСО 8217:2010) «Топлива судовые» (с 01.07.2012 г.) в целом соответствуют современным требованиям. При разработке рецептур судовых топлив исходили из того факта, что вид потребляемого топлива определяется типом судовой энергетиче-

ской установки, а он в свою очередь – районом эксплуатации судна. Так, для речных судов (или река-море), снабженных высоко- и среднеоборотными дизелями, используются, как правило, маловязкие сорта судовых топлив. Для кораблей, эксплуатирующихся в условиях открытого моря, снабженных малооборотными двигателями, чаще используются высоковязкие и остаточные судовые топлива.

В настоящее время широко проводятся работы в направлении разработки технологии получения судовых топлив на базе менее дефицитного сырья, которое, будучи достаточно дешевым, обеспечивало бы нормальную работу судовых дизелей всех типов [1–13]. Функциональные присадки позволяют улучшить топливо, доведя его показатели до необходимого стандарта. Например, улучшить смазывающую способность. Ряд присадок в настоящее время абсолютно необходим. Их использование обходится значительно дешевле аналогичных операций, выполненных техническим путем. Более того, существуют аспекты, как например транспортировка и хранение топлив, где обеспечить стабильность лучше всего могут именно присадки. А для производителя, который имеет возможности для производства качественного сырья, эффективным путем является производство премиум-топлива. Оно соответствует высоким международным стандартам и продается по высокой цене.

Использование присадок к судовым топливам для улучшения их эксплуатационных свойств весьма перспективно [11–15]. Присадки позволяют улучшить экологичность топлива за счет уменьшения выбросов в атмосферу сернистых, азотистых соединений и легких углеводородов путем снижения испаряемости топлива, повысить его химическую стабильность, снизить лако- и нагарообразования, улучшить низкотемпературные свойства [11, 14].

В качестве сырьевых компонентов использовались среднедистиллятные фракции, в силу своих свойств ограниченно применяемые в составе дизельных топлив, а также остаточные нефтепродукты.

Была разработана рецептура и технология получения судового топлива маловязкого (СМТ по ТУ 38.101567–2005 I вид) следующего состава: компонент дизельного топлива летнего (ДТЛ) 30–40 мас. %; атмосферный газойль (АГ) 20–40 мас. %; вакуумное дизельное топливо (ВДТ) – до 100 мас. %.

С целью сокращения ценного продукта ДТЛ и увеличения доли более дешевого АГ был предложен альтернативный состав СМТ, мас. %: компонент ДТЛ – 10–20; АГ – 60–80; ВДТ – до 100. В этом случае, одна-

ко, для обеспечения заданных низкотемпературных свойств топлива потребовалась его модификация депрессорной присадкой. Проведенные исследования позволили рекомендовать к использованию присадку Dodiflow 4302 (ф.Clariant) в рабочей концентрации 100 ppm.

Для судового высоковязкого топлива по ГОСТ Р 54299–2010 (ИСО 8217:2010) марка RMB 30 также была разработана рецептура и технология получения. Состав топлива, мас. %: тяжелый вакуумный газойль – 35–55; вакуумное дизельное топливо – 10–25; вакуумный газойль – до 100.

Низкотемпературные свойства топлива обеспечиваются присадкой Sepaflux 3120 (Baker Petrolite) в рабочей концентрации 250–300 ppm.

Физико-химические свойства топлив СМТ с присадкой и RMB 30 представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Показатели качества судового маловязкого топлива

№ п/п	Показатель	Норма по ТУ 38.101567–2005 (I вид)	Фактические значения СМТ без присадки	Фактические значения СМТ с присадкой Dodiflow 4302
1	Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 20 °С, не более	11,40	7,56	9,30
2	Температура, вспышки в закрытом тигле °С, не ниже	62	98	76
3	Температура застывания, °С, не выше	–10	–12	–18
4	Массовая доля серы, %, не более	0,50	0,403	0,487
5	Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,025	0,004	0,003
6	Массовая доля воды, %	Следы	Отс.	Отс.
7	Массовая доля механических примесей, %	0,02	Отс.	Отс.
8	Коксуемость, %, не более	0,2	0,013	0,008
9	Зольность, %, не более	0,01	Отс.	Отс.
10	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отс.	Отс.	Отс.
11	Плотность, г/см ³ , не более при 15 °С	0,893	0,872	0,868
12	Йодное число, I ₂ /100 г топлива, не более	20	1,18	1,23

Было разработано судовое высоковязкое легкое (СВЛ) топливо, полностью соответствующее требованиям ТУ 38.101314–2001. Состав

топлива, мас. %: легкий газойль коксования с УЗК – 20–55; газойль коксования тяжелый с УЗК – 5; экстракт селективной очистки – 0–25; гудрон с АВТ – 40.

Таблица 2

Показатели качества судового высоковязкого топлива

№ п/п	Показатель	Норма по ГОСТ Р 54299–2010 марка RMB 30	Фактические значения СВЛ с присадкой Sepaflux 3120
1	Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 50 °С, не более	30,0	21,27
2	Плотность при 15 °С кг/м ³ , не выше	960,0	917,0
3	Температура застывания, °С, не выше	+5	–13
4	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	61	150
5	Содержание воды, об. %, не более	0,5	Отс.
6	Зольность, %, не более	0,070	Отс.
7	Массовая доля серы, %, не более	1,5	1,1

Высокая агрегативная стабильность достигается применением недорогого и недефицитного компонента – полиалкилбензолной смолы в количестве 1–5 мас. %. Физико-химические свойства топлива представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические свойства судового высоковязкого топлива по ТУ 38.101314–2001(III вид)

№ п/п	Показатель	Нормированные значения ТУ 38.101314–2001	Фактические значения СВЛ
1	Вязкость условная, °ВУ, при 50 °С, не более	5,0	4,25
2	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	65	87
3	Температура застывания, °С, не выше	+5	–13
4	Массовая доля серы, %, не более	2,5	2,38
5	Массовая доля ванадия, %, не более	0,01	0,0068
6	Массовая доля воды, %, не более	Следы	Отс.
7	Коксуемость, %, не более	7,0	6,1
8	Массовая доля механических примесей, %, не более	0,10	0,01
9	Зольность, %, не более	0,05	0,03
10	Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	965	942,6

Разработанные топлива успешно прошли испытания по программе КМКО и рекомендованы к производству и применению.

В целях улучшения экологических свойств выпускаемого в промышленных масштабах судового маловязкого топлива по ТУ 38.101567–2005 была проведена его модификация противодымной присадкой Lubrizol ADX 3880. Образец модифицированного топлива был испытан на полноразмерном судовом двигателе в Верхне-Волжской академии водного транспорта (г. Нижний Новгород) в присутствии представителя Верхне-Волжской инспекции Судового регистра. Как следует из табл. 4, модификация топлива антидымной присадкой приводит к существенному снижению загрязняющих веществ в отходящих газах.

Таблица 4

Физико-химические свойства судового маловязкого
топлива ОАО КНПЗ

№ п/п	Показатель	Нормированные значения судового маловязкого топлива по ТУ 38.101567–2005	Фактические значения СМТ
1	Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 20 °С, не более	11,4	6,6
2	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	62	76
3	Температура застывания, °С, не выше	–10	–12
4	Массовая доля серы, %, не более	1,0	0,94
5	Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,025	–
6	Массовая доля воды	Следы	Отс.
7	Коксуемость, %, не более	0,2	0,0085
8	Содержание механических примесей, %, не более	0,02	Отс.
9	Зольность, %, не более	0,01	Отс.
10	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отс.	Отс.
11	Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	893	880
12	Йодное число, I ₂ /100 г топлива, не более	20	0,46
13	Дымность отходящих газов, %, при 100 % нагрузочном режиме:		
	– образец СМТ без присадки	29,2	
	– образец СМТ с присадкой Lubrizol ADX 3880, 1000 ppm	20,75	

Следует ожидать, что по мере ужесточения экологических требований модификация судовых топлив антидымными присадками получит широкое распространение.

Как уже отмечалось выше, в настоящее время в районах SECA (Балтийское море, Северное море и пролив Ла-Манш) запрещено использовать топливо, с содержанием серы более 1–0,1 %. В связи с этим представляет интерес разработка и организация производства судовых топлив, отвечающих требованиям международных стандартов (ISO 8217:2010 и ГОСТ Р 54299–2010 «Топлива судовые. Технические условия. Группа Б17»). Эти топлива предназначены для малооборотных двигателей кораблей, эксплуатирующихся в условиях открытого моря.

С этой целью проведены исследования, по результатам которых предложена рецептура остаточного судового топлива, включающего прямогонный мазут и крекинг-остаток. Физико-химические свойства топлив представлены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические свойства судового сверхтяжелого топлива

№ п/п	Показатель	Предел	Нормированные значения для марки RMD 80 по ГОСТ Р 5429–2010	Фактические значения СВТ
1	Кинематическая вязкость при 50 °С, мм ² /с	Не более	80,0	48,2
2	Плотность при 15 °С, кг/м ³	Не более	975,0	915,2
3	Массовая доля серы, %	Не более	1,5	0,924
4	Температура вспышки в закрытом тигле, °С	Не более	61,0	132,0
5	Температура текучести, °С: зимой летом	Не более Не более	30,0 30,0	21
6	Общий осадок со старением, мас. %	Не более	0,10	Отс.
7	Коксовый остаток (микрометод), мас. %	Не более	14,00	3,42
8	Содержание воды, % об.	Не более	0,50	0,06
9	Зольность, %	Не более	0,070	0,0084
10	Содержание ванадия, мг/кг	Не более	350	11,6
11	Содержание натрия, мг/кг	Не более	100	80
12	Отработанные смазочные масла, ОСМ, кальций и цинк, мг/кг	Не более	Кальций 30 и цинк 15	0,8

Заключение:

1. Представлены две альтернативные рецептуры получения судового маловязкого топлива, полностью соответствующего требованиям ТУ 38.101567–2005 (I вид). В первом варианте необходимая температура застывания достигается за счет повышенного содержания компонента дизельного топлива летнего (20–40 %). Во втором содержание дизельного топлива снижается до 10–20 % за счет добавки депрессорной присадки.

2. Разработано судовое высоковязкое легкое топливо RMB 30, полностью соответствующее требованиям 38.101567–2005 (I вид) на базе тяжелого вакуумного газойля, вакуумного дизельного топлива и вакуумного газойля с применением депрессорной присадки. Разработанные топлива успешно прошли испытания по программе КМКО и рекомендованы к производству и применению.

3. Была разработана рецептура судового высоковязкого топлива по ТУ 38.101314–2001(III вид). Состав топлива легкий и тяжелый газойль коксования газойль коксования, экстракт селективной очистки и прямогонный гудрон. Высокая агрегативная стабильность достигается применением полиалкилбензольной смолы.

4. Предложен состав судового сверхтяжелого топлива RMD 80, включающего остаточные компоненты – прямогонный мазут и крекинг-остаток.

5. Показаны возможности улучшения экологических свойств судовых топлив за счет введения противодымных присадок (например, Lubrizol ADX 3880).

Список литературы

1. Митягин В.Г., Окунев В.Н. Мартыанов В.В. Проблемы эксплуатации судовых дизелей на различных видах топлива // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2011. – Вып. 3. – С. 32.

2. Кондрашева Н.К. Оптимизация компонентного состава судового маловязкого топлива // Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 40.

3. Пат. 2478692 РФ, МПК С 10/L 1/04. Судовое маловязкое топливо / Котов С.В., Рудяк К.Б., Тыщенко В.А. – Заявл. 02.09.2012, опубл. 10.04.2013; Бюл. № 10.

4. Котов С.В. Судовое топливо на смесевой основе // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – № 3. – С. 28–30.

5. Пат. 2177979 РФ, МПК 7С 10L 1/04. Судовое высоковязкое топливо / Котов С.В., Ясиненко В.А., Шабалина Т.Н. – Заявл. 20.04.2000, опубл. 10.01.2002; Бюл. № 1.

6. Николаев Н., Гинда О., Жук А. Эксплуатационные параметры среднеоборотного двигателя при различных видах топлив // Морской флот. – 2007. – № 5. – С. 54–56.
7. Возницкий И. В. Современные судовые среднеоборотные двигатели. – СПб.: КСИ, 2005. – 136 с.
8. Возницкий И.В. Практика использования морских топлив на судах. – Изд. второе, испр. и доп. – СПб., 2002. – 124 с.
9. Кондрашева Н.К., Кондрашев Д.О. Получение судовых маловязких топлив с улучшенными экологическими низкотемпературными свойствами // Нефтехимия. – 2015 – Т. 55, № 1. – С. 72–77.
10. Пат. 2149888 РФ, МПК С 10 G 1/04, С 10 G 55/06. Способ получения судового маловязкого топлива / Кондрашева Н.К. – Заявл. 07.04.1999, опубл. 27.05.2000; Бюл. № 15.
11. Кондрашева Н. К. Влияние депрессорных присадок на основе сополимеров этилена с винилацетатом на низкотемпературные свойства компонентов легких и тяжелых марок судовых топлив // Нефтехимия. – 2013. – Т.53, № 5. – С. 384.
12. Кондрашев Д.О., Фоломеева А.Г., Кондрашева Н.К. Исследование влияния депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельных топлив // Башкирский химический журнал. – 2002. – Т. 9, № 4. – С. 42–44.
13. Кондрашева Н.К., Кондрашев Д.О. Низкотемпературные свойства смесевых дизельных топлив с депрессорными присадками // Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 1–7.
14. Пат. 2213125 РФ, МПК C10L1/18, C10L1/08, C10G69/02. Способ получения экологически чистого судового маловязкого топлива / Кондрашева Н.К. – Заявл. 28.08.2002, опубл. 27.09.2003.
15. Кондрашева Н.К. Разработка судовых топлив с депрессорными присадками // Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 38.

References

1. Mitiagin V.G., Okunev V.N. Mart'ianov V.V. Problemy ekspluatatsii sudovykh dizelei na razlichnykh vidakh topliva [Problems of operation of marine diesel engines on various types of fuel]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova*, 2011, iss. 3, P. 32.
2. Kondrasheva N.K. Optimizatsiia komponentnogo sostava sudovogo maloviazkogo topliva [Optimization of the component composition of marine low-viscosity fuel]. *Neftegazovoe delo*, 2007, no. 1, P. 40.
3. Kotov S.V., Rudiak K.B., Tyshchenko V.A. Sudovoe maloviazkoe toplivo [Ship low-viscous fuel]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2012104557/04 (2013).
4. Kotov S.V. Sudovoe toplivo na smesevoi osnove [Ship fuel on a mixed basis]. *Khimiia i tekhnologiia topliv i masel*, 2001, no. 3, pp. 28-30.
5. Kotov S.V., Iasinenko V.A., Shabalina T.N. Sudovoe vysokoviazkoe toplivo [Ship high viscosity fuel]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2000110214/04 (2002).

6. Nikolaev N., Ginda O., Zhuk A. Ekspluatatsionnye parametry sredneoborotnogo dvigatelya pri razlichnykh vidakh topliv [Operating parameters of the medium-speed engine for various types of fuels]. *Morskoi flot*, 2007, no. 5, pp. 54-56.

7. Voznitskii I.V. Sovremennye sudovye sredneoborotnye dvigateli [Modern marine medium-speed engines]. Saint Petersburg, KSI, 2005, 136 p.

8. Voznitskii I.V. Praktika ispol'zovaniia morskikh topliv na sudakh [The practice of using marine fuels on ships]. Saint Petersburg, 2002, 124 p.

9. Kondrasheva N.K., Kondrashev D.O. Poluchenie sudovykh maloviazkikh topliv s uluchshennymi ekologicheskimi nizkotemperaturnymi svoistvami [Production of low-viscosity marine fuels with improved environmental low-temperature properties]. *Neftekhimiia*, 2015, vol. 55, no. 1, pp. 72-77.

10. Kondrasheva N.K. Spособ polucheniia sudovogo maloviazkogo topliva [Method for obtaining marine low-viscosity fuel]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 99107787/04 (2000).

11. Kondrasheva N.K. Vliianie depressornykh prisadok na osnove sopolimerov etilena s vinilatsetatom na nizkotemperaturnye svoistva komponentov legkikh i tiazhelykh marok sudovykh topliv [Effect of depressant additives based on ethylene-vinyl acetate copolymers on low-temperature properties of components of light and heavy grades of marine fuels]. *Neftekhimiia*, 2013, vol. 53, no. 5, p. 384.

12. Kondrashev D.O., Folomeeva A.G., Kondrasheva N.K. Issledovanie vliianiia depressornykh prisadok na nizkotemperaturnye svoistva dizel'nykh topliv [Study of the impact of depressor additives on the low properties of diesel fuels]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal*, 2002, vol. 9, no. 4, pp. 42-44.

13. Kondrasheva N.K., Kondrashev D.O. Nizkotemperaturnye svoistva smesevykh dizel'nykh topliv s depressornymi prisadkami [Low properties of spot diesel fuels with additives]. *Neftegazovoe delo*, 2007, no. 1, pp. 1-7.

14. Kondrasheva N.K. Spособ polucheniia ekologicheskii chistogo sudovogo maloviazkogo topliva [Method for obtaining environmentally friendly low-viscosity marine ship fuel]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2002123066/04 (2003).

15. Kondrasheva N.K. Razrabotka sudovykh topliv s depressornymi prisadkami [Development of marine fuels with depressant additives]. *Neftegazovoe delo*, 2007, no. 1, P. 38.

Получено 24.11.2017

Об авторах

Котов Сергей Владимирович (Новокуйбышевск, Россия) – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник ПАО «Средне-вожский научно-исследовательский институт по нефтепереработке» (446200, г. Новокуйбышевск, ул. Научная, 1, e-mail: sekr@svniinp.ru); профессор кафедры «Химическая технология и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244).

Смирнов Борис Юрьевич (Самара, Россия) – кандидат химических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой «Химическая технология и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Самарский государственный техни-

ческий университет» (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, e-mail: boris_s57@mail.ru).

Канкаева Ирина Николаевна (Новокуйбышевск, Россия) – кандидат технических наук, заведующая Отделом топлив ПАО «Средневожский научно-исследовательский институт по нефтепереработке» (446200, г. Новокуйбышевск, ул. Научная, 1, e-mail: sekr@svniinp.ru).

About the authors

Sergej V. Kotov (Novokujbyshevsk, Russian Federation) – Doctor of Chemical Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Officer, Middle Volga Research Institute of Oil Refining (1, str. Science, Novokuybyshevsk, 446200, e-mail: sekr@svniinp.ru); Samara State Technical University, Professor, Department of Chemical Technology and Industrial Ecology (244, str. Molodogvardiis'ka, Samara, 443100).

Boris Yu. Smirnov (Samara, Russian Federation) – Ph.D. of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemical technology and industrial ecology, Samara State Technical University (244, str. Molodogvardiis'ka, Samara, 443100, e-mail: boris_s57@mail.ru).

Irina N. Kankaeva (Novokujbyshevsk, Russian Federation) – Ph.D. of Technical Sciences, Head Fuels Department Middle Volga Research Institute of Oil Refining (1, str. Science, Novokuybyshevsk, 446200, e-mail: sekr@svniinp.ru).