

DOI: 10.15593/2224-9400/2017.2.11

УДК 662.758.2

Н.Г. Конрад, А.О. Костылева

ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», Пермь, Россия

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СПОРТИВНОГО БЕНЗИНА

В двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением горючей смеси от электрической искры в качестве топлива применяется бензин. В настоящее время для применения в автомобилях выпускаются бензины с октановыми числами от 80 до 98 пунктов по исследовательскому методу. При этом наиболее востребованными являются бензины с октановыми числами 92–95 пунктов. Производство бензина с октановым числом 80 пунктов снижается, а бензин с октановой характеристикой 98 пунктов пока не находит широкого применения среди массово выпускающихся автомобилей. Таким образом, к высокооктановым бензинам в современных условиях можно отнести бензины, имеющие октановые числа 98 и более пунктов.

Совсем иная ситуация складывается с бензинами, используемыми в моторных видах спорта. Для спортивного форсированного двигателя необходим бензин с более высоким (более 100) октановым числом. Такое топливо нередко называют спортивным.

В данной работе разработаны и исследованы различные рецептуры приготовления спортивных бензинов с октановыми характеристиками не менее 100, 102 и 104 пунктов по исследовательскому методу на базе компонентов, производимых в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» и ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» без применения металлосодержащих и азотсодержащих присадок.

Ключевые слова: *высокооктановый бензин, октановое число, катализат риформинга, бензин каталитического крекинга, бензин изомеризации, алкилат, толуол, метилтретбутиловый эфир, компаундирование бензинов.*

N.G. Konrad, A.O. Kostyleva

ООО «LUKOIL-Permnefteorgsintez», Perm, Russian Federation

**DEVELOPMENT OF THE SPORTS CARS
GASOLINE COMPOSITION**

Gasoline is used as a fuel for spark ignition internal-combustion engines. Nowadays oil-processing plants produce gasoline fuels with the research octane number (RON) in the range of 80–98, and the most

popular fuels have RON 92–95. At present production amount of gasoline with RON 80 steadily decreases, while fuels of 98 RON still have not found a wide application. In that way as high-octane fuels are considered those ones which RON is 98 and more.

While taking into account gasoline for auto racing vehicles, the situation is quite opposite, since the sport car with augmented engine requires high-octane gasoline having RON values more than 100. Fuels of such kind often are called sport gasoline.

In this article, different compositions of fuels with RON 100, 102, and 104 are developed and investigated. The above mentioned fuels were obtained on the basis of gasoline components produced by LUKOIL refineries situated in Perm and Nizhny Novgorod without metal and nitrogen-containing additives.

Keywords: *high-octane gasoline, octane number, reformat, catalytic cracking gasoline, isomerzation gasoline, alkylate, toluene, methyl tert-butyl ether, compounding of fuel.*

Значительный прирост мощности двигателя дает коррекция системы зажигания по углу опережения зажигания, форсированные настройки двигателя по фазам газораспределения и степени сжатия. В этом случае только высокое октановое число позволяет настроить двигатель на повышенные характеристики [1].

Таким образом, спортивный бензин с октановым числом выше 100 – это средство обеспечения максимально эффективной работы спортивного форсированного двигателя. Эффекты, наблюдаемые в процессе эксплуатации таких двигателей, следующие: рост приемистости, экономия топлива, более устойчивая работа двигателя, отзывчивая и устойчивая педаль газа, возможность повышения скоростного потенциала, ранний подхват. Применение спортивного высокооктанового топлива – залог более длительной эксплуатации форсированного гоночного мотора.

Большинство гоночных команд, выступающих на отечественных чемпионатах, используют спортивное топливо импортных производителей, на отечественном рынке известен лишь один производитель высокооктанового спортивного топлива – компания Spectrol.

Требования к спортивным сортам бензинов сформулированы в общих требованиях Международной автомобильной федерации (FIA), в приложении J статьи 252-2009. Согласно им спортивное топливо должно быть коммерческим, т.е. произведенным на нефтеперерабатывающем предприятии (это отсекает попытки использования всякого рода инновационных смесей, реально бензином не являющихся). Таким образом, требования EN 228-2013 в Европе и требования Технического регламента

Таможенного союза ТР ТС 013/2011 на территории России, предъявляемые к выпускаемым бензинам, автоматически распространяются на спортивные бензины [2]. Здесь также актуален принцип «антидопинговой справедливости»: у моторов есть свои допинги – присадки, позволяющие при прочих равных условиях получить дополнительные преимущества [3]. Поэтому требованиями FIA строго запрещено использование присадок, повышающих мощность, и каких-либо других компонентов топлива, не относящихся к классу углеводородов.

В настоящее время в компании «ЛУКОЙЛ» прорабатывается вопрос производства конкурентоспособного спортивного автомобильного бензина. Общая годовая потребность по высокооктановому бензину была оценена компанией порядка 80 тыс. т в год. В настоящее время возможность производства такого бензина имеется на ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез». В связи с проработкой вопросов о рынках сбыта, рекламной компании, с работой по разработке нормативного документа с требованиями на бензин, изучением возможности выпуска на нефтеперерабатывающих предприятиях, реальное распределение объемов выпуска спортивного бензина по предприятиям компании не определено.

Целью данной работы является изучение возможности приготовления и разработка рецептур автомобильных бензинов с октановыми числами 100, 102 и 104 пункта по исследовательскому методу (ИМ) на основе компонентов ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», без применения металлосодержащих и азотсодержащих присадок. Спортивное топливо должно удовлетворять требованиям ТР ТС 013/2013 [4] и ГОСТ 32513–2013 [5], для автомобилей экологического класса 5 [6].

Для повышения детонационной стойкости автомобильного топлива в его состав вводят различные октаноповышающие добавки. Так, например, известна топливная композиция для двигателей внутреннего сгорания на основе углеводородного топлива, содержащая 0–6 мас. % МТБЭ, 0–0,55 мас. % N-метиланилина и 0,001–0,018 мас. % α -гидроксипропилферроцена [7]. Недостатком этой топливной композиции является относительно невысокая детонационная стойкость, октановое число по ИМ не выше 98, а также применение металлосодержащей присадки, наличие которой приводит к отравлению каталитических конвертеров выхлопных газов, которыми снабжены спортивные автомобили.

Известна топливная композиция с октановым числом не менее 98, содержащая не менее 30 об.% изооктана, 5–40 об.% изопентана, 0,1–3 об.% бутана, 5–30 об.% толуола и 0–15 об.% МТБЭ [8]. Однако

входящие в состав этих топливных композиций компоненты и добавки не обеспечивают требуемого сочетания антидетонационных, испарительных и других важных свойств, предъявляемых к топливам для спортивных автомобилей [9].

Предлагаемая в данной работе рецептура высокооктанового спортивного бензина не содержит в своем составе металлсодержащих присадок, обладает требуемым сочетанием физико-химических и эксплуатационных свойств и может быть использована Департаментом технологии и производственного планирования ПАО «ЛУКОЙЛ», а также на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» для разработки технологии приготовления автомобильного спортивного бензина.

Для составления топливной композиции, удовлетворяющей вышеуказанным требованиям, использовались следующие компоненты:

- стабильный катализат риформинга с октановым числом по ИМ не менее 96 пунктов – компонент, расширяющий пределы выкипания бензина, увеличивающий плотность бензина, обеспечивающий более равномерное распределение детонационной стойкости по фракциям [10];
- толуол установки 35-8 – компонент, обеспечивающий прирост детонационной стойкости и более высокую плотность [11];
- стабильный бензин каталитического крекинга – компонент, расширяющий пределы выкипания бензина, увеличивающий плотность бензина [12];
- продукты установки изомеризации: изопентан и изопентан-изогексановая фракция – компоненты, необходимые для обеспечения пусковых свойств бензина, требований по давлению насыщенных паров и более равномерного распределения детонационной стойкости по фракциям [13];
- метилтретбутиловый эфир – высокооктановая добавка, обеспечивающая прирост детонационной стойкости, улучшающая свойства композиции по фракционному составу [14].

Для компаундирования бензинов предполагается использовать также алкилат производства ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», планируемый к поставке на предприятие с 01.01.2017 г. Алкилат необходим в данной топливной композиции как высокооктановый компонент, не содержащий ароматические углеводороды и серу [15].

Отбор компонентов проводился на установках в период 02.12–06.12.2016. В табл. 1 представлены характеристики вовлеченных в компаунды компонентов.

Таблица 1

Характеристики компонентов для компаундирования высокооктановых бензинов

Показатель качества	Стаб. катализат 35-11-300	Стабильный бензин КК-1	Алкилат ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»	Изопентан-изогексановая фракция	Изопентан	Толуол	МТБЭ
Октановое число:							
моторный метод	86	82	93	85	87	101	101
исследовательский метод	96	91	97	87	92	111	116
Плотность при 15 °С, кг/м ³	789	755	698	645	623	871	754
Объемная доля, %:							
бензола	0,96	0,74	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
ароматических углеводородов	58	26	Отс.	Отс.	Отс.	100	Отс.
непредельных углеводородов	0,5	18	0,14	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
Массовая доля серы, мг/кг	0,3	59	0,3	Отс.	Отс.	–	–
Давление насыщенных паров, кПа	50	45	42	94	139	–	34
Фракционный состав:							
температура НК, °С	36	36	41	30	22	110	55
объем испарившегося бензина, %:							
при 70 °С	6	16	4	–	–	–	–
при 100 °С	21	40	30	–	–	–	–
при 150 °С	79	75	–	–	–	–	–
при 210 °С	–	97	–	–	–	–	–
температура КК, °С	196	214	140	54	39	–	–

Как видно из табл. 1, наиболее высокие октановые числа имеют толуол и МТБЭ. Ароматические углеводороды содержатся в толуоле, катализате риформинга и бензине каталитического крекинга. Наибольшее количество серы наблюдается в бензине каталитического крекинга.

Для подбора рецептуры каждого отдельного компаунда предварительно проводился расчет модельных смесей по основным показателям качества: октановое число моторным и исследовательским методами, объемная доля ароматики, объемная доля олефинов, объемная доля бензола, содержание серы.

Состав компаундов спортивного бензина с октановым числом по исследовательскому методу не менее 100 представлен в табл. 2.

Таблица 2

Состав компаундов спортивного бензина с октановым числом по ИМ не менее 100

Компонент	Содержание, мас.% в компаунде					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
МТБЭ	15	15	15	15	15	15
Изопентан-изогексановая фракция изомеризации	0	15	17	20	12	0
Изопентан изомеризации	15	0	0	0	6	20
Стабильный катализат 35-11/300	45	9	5	12	15	30
Бензин КК-1	0	13	15	9	15	10
Толуол	11	28	28	24	22	15
Алкилат	14	20	20	20	15	10
ИТОГО	100	100	100	100	100	100

Приготовленные компаунды проанализированы по основным показателям качества ГОСТ 32513–2013 [5]. Результаты анализов компаундов с октановым числом по исследовательскому методу не менее 100 представлены в табл. 3.

Октановое число моторным методом определялось по ГОСТ 32339, исследовательским – по ГОСТ 32340. Объемная доля ароматических, непредельных, кислородсодержащих углеводородов, а также объемная доля бензола определены хроматографическим методом по ГОСТ 52714. Плотность компаундов измеряли по ASTM D 4052, давление насыщенных паров – по ГОСТ Р ЕН 13016-1. Массовую долю серы определяли методом УФ-флуоресценции по ГОСТ ISO 20846.

Таблица 3

Показатели качества компаундов с октановым числом по ИМ не менее 100

Показатель качества	Норма по ГОСТ 32513-2013 (К5)	Фактическое значение					
		№1	№2	№3	№4	№5	№6
Октановое число, не менее: моторный метод исследовательский метод	- 100	90,7 100,2	91,0 101,4	90,8 101,1	90,7 100,6	90,0 100,4	90,1 100,1
Плотность при 15 °С, кг/м ³	725–780	742	754,4	751,4	746,3	748,6	754
Объемная доля, %:							
бензола	Не более 1	0,43	0,2	0,16	0,18	0,26	0,37
ароматических углеводородов	Не более 35	35,0	34,5	33,9	33,1	34,2	34,8
непредельных углеводородов	Не более 18	0,70	3,5	2,5	1,8	2,8	2,1
Массовая доля серы, мг/кг	Не более 10	0,2	7,6	9,1	5,3	9,2	8,6
Давление насыщенных паров бензина, кПа: в летний период в зимний период	35–80 35–100	61,6	50,4	47,0	48,2	52,4	67,5
Массовая доля кислорода, %	Не более 2,7	2,61	2,70	2,70	2,67	2,68	2,68
Объемная доля эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода, %	Не более 15	14,56	14,91	14,95	14,85	14,88	14,87
Фракционный состав: температура НК, °С объем испарившегося бензина, %: при 70 °С при 100 °С при 150 °С при 210 °С температура КК, °С	Не норм. 15–50 40–70 Не менее 75 Не норм. Не выше 215	35 33 56 92 - 181	37 20 55 93,9 - 168	37 24 58 95 - 157	35 26,5 59 94 - 171	36 29 57 92 - 188	30 28 56 92 - 184

Как видно из табл. 3, все исследованные составы компаундированных бензинов соответствуют требованиям качества.

Состав компаундов спортивного бензина с октановым числом по исследовательскому методу не менее 102 и 104 представлен в табл. 4.

Таблица 4

Состав компаундов спортивного бензина с октановым числом по ИМ не менее 102 и 104

Компонент	Количество, мас.%						
	102						104
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
МТБЭ	15	15	15	15	15	15	15
Изопентан-изогексановая фракция изомеризации	–	–	12	10	12	15	0
Изопентан изомеризации	10	10	0	10	0	0	15
Стабильный катализат 35-11/300	20	25	9	10	0	13	9
Бензин КК-1	0	0	5	5	15	0	0
Толуол	25	22	30	30	32	27	32
Алкилат	30	28	29	20	26	30	29
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100

Результаты анализов компаундов с октановыми числами по исследовательскому методу не менее 100 и 102 представлены в табл. 5.

Все компаунды с октановым числом не менее 102 удовлетворяют показателям качества бензинов. В результате анализа компаунда № 7 октановое число получилось 103,2 (менее 104), а объемная доля ароматики превышает требование по данному показателю на 0,2 мас. %.

На основании расчетов и результатов анализов компаундов бензина можно сделать следующие выводы:

1. Приготовление высокооктанового спортивного бензина с октановым числом по ИМ не менее 100 и 102 на ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» возможно только при вовлечении алкилата, в количестве не менее 10 и 20 мас. % соответственно.

2. Максимальное вовлечение бензина установки КК-1 ограничено содержанием общей серы и при уровне 60 мг/кг составляет 15 мас. %.

3. Приготовление высокооктанового спортивного бензина с октановым числом по исследовательскому методу 104 на базе компонентов ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» возможно только при увеличении доли оксигенатных соединений (что допускают требования FIA) и без дополнительного вовлечения антидетонационной присадки.

Таблица 5

Показатели качества компаундов с октановым числом по ИМ не менее 102 и 104

Показатели качества	Норма по ГОСТ 32513–2013 (К5)	Фактическое значение						
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	104 №7
Октановое число, не менее: моторный метод исследовательский метод	–	92,5	92,1	92,9	92,3	92,4	92,6	93,2
	102	102,7	102,2	102,5	102,2	102,2	102,3	–
	104	–	–	–	–	–	–	103,2 103,9*
Плотность при 15 °С, кг/м ³	725–780	753,8	753,6	755,6	748,4	751,2	750,8	750,3
Объемная доля, %: бензола ароматических углеводородов непредельных углеводородов	Не более 1	0,16	0,2	0,11	0,12	0,12	0,14	0,10
	Не более 35	34,5	34,4	34,5	34,8	34,0	33,5	35,2
	Не более 18	0,5	0,5	1,5	1,4	3,9	0,2	0,16
	Не более 10	0,1	0,1	0,1	3	9	0,2	0,1
Давление насыщенных паров бензина, кПа: в летний период в зимний период	35–80							
	35–100	46,3	47,8	41,3	53,8	42,1	42,0	51,3
Массовая доля кислорода, %	Не более 2,7	2,62	2,63	2,70	2,59	2,65	2,68	2,63
Объемная доля эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода, %	Не более 15	14,62	14,65	14,91	14,45	14,81	14,87	14,64
	Не норм.	35	36	38	35	37	41	34
Фракционный состав: температура НК, °С объем испарившегося бензина, %: при 70 °С при 100 °С при 150 °С при 210 °С температура КК, °С, не выше	15–50	17	17	14	29	23	15	22
	40–70	48	49	53	58	58	54	53
	Не менее 75	94	94	–	–	94	97	–
	Не норм. 215	–	–	–	–	–	–	–
		157	155	143	137	163	174	136

Расчетное октановое число при вовлечении катализатора с октановым числом 100.

4. Приведенные примеры модельных смесей бензинов на 100 и 102 подтверждают, что предлагаемый состав топлива обладает требуемым сочетанием физико-химических и эксплуатационных свойств: высокой антидетонационной стойкостью, требуемой упругостью паров, плотностью, что позволяет использовать его в качестве топлива для современных автомобилей без применения металлосодержащих присадок.

Рекомендуемые рецептуры автомобильного спортивного бензина с октановыми числами по исследовательскому методу не менее 100 и 102 приведены в табл. 6.

Таблица 6

Рекомендуемые рецептуры автомобильного спортивного бензина с октановыми числами по ИМ не менее 100 и 102

№ п/п	Компонент	Вовлечение, мас. %	
		Не менее 100	Не менее 102
1	МТБЭ	15	15
2	Изопентан-изогексановая и изопентановая фракции изомеризации, в том числе: изопентан-изогексановая изопентановая	10–20 0–20 0–20	10–20 0–20 0–20
3	Стабильный катализат риформинга (ОЧ по ИМ-96)	0–45	0–25
4	Бензин КК-1	0–15	0–15
5	Толуол	10–25	20–32
6	Алкилат	10–20	20–30

Топливо, приготовленное по представленной рецептуре, обладает характеристиками, удовлетворяющими требованиям Технического регламента на автомобильные бензины [4], а также обеспечивает быстрый запуск двигателя и позволяет максимально эффективно использовать мощность работающего в форсированном режиме двигателя спортивного автомобиля.

Список литературы

1. Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту»: Постановление Правительства РФ от 27.02.2008 № 118. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. ГОСТ Р 51105–97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009.

3. Справочник нефтепереработчика / под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с.

4. 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»: утв. решением комиссии Таможенного союза №826 от 18.10.2011. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. ГОСТ 32513–2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014.

6. ТУ 38.401-58-171–96 Бензины автомобильные неэтилированные с улучшенными экологическими свойствами (городские). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Углеводородная топливная композиция для двигателей внутреннего сгорания с искровым воспламенением: пат. 2061736 Рос. Федерация: МПК С10L 1/18 / Демьяненко Е.А., Твердохлебов В.П., Карибов А.К., Сачивко А.В., Верхуша В.И., Середюк Ф.С., Яскин В.П. – № 94 94017595; опубл. 11.05.1994.

8. Бензин для гоночных автомобилей: пат. 2259387 Рос. Федерация: МПК С10L 1/4 / Понадий О.М., Емельянов В.Е., Аксенов В.И., Дуксин-Иванов В.Б., Горбачев С.А., Бутырский М.П. – № 2003115493/04; заявл. 27.11.2004; опубл. 27.08.2005.

9. Оксигенатные добавки к бензиновым фракциям, повышающие октановые числа моторных топлив / Р.Ф. Хамидуллин, Х.Э. Харлампида, Т.Л. Пучкова, А.Ю. Мельник, А.Р. Бадрутдинова, М.М. Галиуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 21. – С. 295–300.

10. Забрянский Е.И. Детонационная стойкость и воспламеняемость моторных топлив. – М.: Химия, 1965. – 188 с.

11. Савицкий Б.П. Автомобильное топливо и смазочные материалы. – Киев: Техника, 1979. – 13 с.

12. Харлампида Х.Э., Хамидуллин Р.Ф. Активация углеводородного сырья – один из способов увеличения глубины переработки нефти // VIII Молодежная научно-практическая конференция в ОАО «ТАНЕКО». – Нижнекамск, 2015. – С. 78–83.

13. Гуреев А.А. Применение автомобильных бензинов. – М.: Химия, 1972. – 109 с.

14. Кутовый А.Н., Власенко В.С., Фатхулов Р.Р. Современные методы повышения октанового числа // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. – СПб.: Свое издательство, 2016. – С. 108–109.

15. Маслянский Г.Н., Шапиро Р.Н. Каталитический риформинг бензинов. – Л.: Химия, 1985. – 221с.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation of February 27, 2008 no. 118 Ob utverzhdenii tekhnicheskogo reglamenta «O trebovaniikh k avtomobil'nomu i aviatsionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlia reaktivnykh dvigatelei i topochnomu mazutu» [On approval of the technical regulations "On requirements for automobile and aviation gasoline, diesel and marine fuel, jet fuel and fuel oil»].

2. GOST R 51105-97. Topliva dlia dvigatelei vnutrennego sgoraniia. Neetilirovannyi benzin. Tekhnicheskie usloviia [Gasolines for combustion engines. Unleaded gasoline. Specifications]. Moscow, Standartinform, 2009.

3. Spravochnik neftepererabotchika [Directory of oil refiner]. Ed. G.A. Lastovkin, E.D. Radchenko, M.G. Rudin. Leningrad, Khimiia, 1986, 648 p.

4. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soiuza TR TS 013/2011 «O trebovaniikh k avtomobil'nomu i aviatsionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlia reaktivnykh dvigatelei i mazutu», utverzhdennyi resheniem komissii Tamozhennogo soiuza no. 826, 18.10.2011.

5. GOST 32513-2013 Topliva motornye. Benzin neetilirovannyi. Tekhnicheskie usloviia [Automotive fuels. Unleaded petrol. Specifications]. *Sbornik GOSTov*. Moscow, Standartinform, 2014.

6. TU 38.401-58-171-96 Benziny avtomobil'nye neetilirovannye s uluchshennymi ekologicheskimi svoistvami (gorodskie).

7. Dem'ianenko E.A., Tverdokhlebov V.P., Karibov A.K., Sachivko A.V., Verkhusha V.I., Serediuk F.S., Iaskin V.P. Uglevodородnaia toplivnaia kompozitsiia dlia dvigatelei vnutrennego sgoraniia s iskrovym vosplameneniem

[Hydrocarbon fuel composition for internal combustion engines with spark ignition]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2061736 (1994).

8. Ponadii O.M., Emel'ianov V.E., Aksenov V.I., Duksin-Ivanov V.B., Gorbachev S.A., Butyrskii M.P. Benzin dlia gonochnykh avtomobilei [Gasoline for racing cars]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2259387 (2005).

9. Khamidullin R.F. Kharlampidi Kh.E., Puchkova T.L., Mel'nik A.Iu., Badrutdinova A.R., Galiullina M.M. Oksigenatnye dobavki k benzinovym fraktsiiam, povyshaiushchie oktanovye chisla motornykh topliv [Oxygenate additive to gasoline fractions, increases the octane number of motor fuels]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, vol.17, no. 21, pp. 295-300.

10. Zabrianskii E.I. Detonatsionnaia stoikost' i vosplameniemoost' motornykh topliv [Knock resistance and flammability of motor fuels]. Moscow, Khimiia, 1965, 188 p.

11. Savitskii B.P. Avtomobil'noe toplivo i smazochnye materialy [Automotive fuel and lubricants]. Kiev, Tekhnika, 1979, 13 p.

12. Kharlampidi Kh.E., Khamidullin R.F. Aktivatsiia uglevodorodnogo syr'ia – odin sposobov uvelicheniia glubiny pererabotki nefti [Activation of hydrocarbons is one way to increase depth of oil refining]. *VIII Molodezhnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia v OAO "TANEKO"*. Nizhnekamsk, 2015, pp. 78-83.

13. Gureev A.A. Primenenie avtomobil'nykh benzinov [The use of motor gasoline]. Moscow, Khimiia, 1972, 109 p.

14. Kutovyi A.N., Vlasenko V.S., Fatkhulov R.R. Sovremennye metody povysheniia oktanovogo chisla [Modern methods of increasing the octane number]. *Tekhnicheskie nauki: problemy i perspektivy: materialy IV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. Saint Petersburg, Svoe izdatel'stvo, 2016, pp. 108-109.

15. Maslianskii G.N., Shapiro R.N. Kataliticheskii riforming benzinov [Catalytic reforming of gasoline]. Leningrad, Khimiia, 1985, 221 p.

Получено 1.06.2017

Об авторах

Конрад Наталья Генриховна (Пермь, Россия) – ведущий инженер-химик опытно-исследовательского цеха ООО «ЛУКОЙЛ-

Пернефтеоргсинтез» (614055, г. Пермь, ул. Промышленная, 84, e-mail: KonradN@pnos.lukoil.com).

Костылева Александра Олеговна (Пермь, Россия) – лаборант химического анализа опытно-исследовательского цеха ООО «ЛУКОЙЛ-Пернефтеоргсинтез» (614055, г. Пермь, ул. Промышленная, 84, e-mail: aleks.kostyleva@yandex.ru).

About the authors

Natal'ia G. Konrad (Perm, Russian Federation) – Leading chemical engineer of experimental research shop ООО «LUKOIL-Pernefteorgsintez» (84, Promyshlennaia str., Perm, 614055, Russian Federation, e-mail: KonradN@pnos.lukoil.com).

Aleksandra O. Kostyleva (Perm, Russian Federation) – Laboratory assistant of chemical analysis of experimental research shop ООО «LUKOIL-Pernefteorgsintez» (84, Promyshlennaia str., Perm, 614055, Russian Federation, e-mail: aleks.kostyleva@yandex.ru).