

Химическая технология

Оригинальная статья/Original article

УДК 662.7

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-2-264-269>

Разработка высокотехнологичного производства высокооктановых компонентов моторного топлива из возобновляемого растительного сырья

Гульнара Ш. Мусина	¹	musinag1981@gmail.com
Татьяна С. Линькова	¹	tatiana-linkova@yandex.ru
Оксана В. Хабибрахманова	²	oksanazarova-77@mail.ru

¹ Нижнекамский химико-технологический институт, пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия

² Филиал Самарского государственного технического университета, ул. Миронова, 5, г. Новокуйбышевск, 446200, Россия

Реферат. В работе изучается разработка новых кислородсодержащих высокооктановых топливных композиций. Представлен краткий обзор сравнений основных показателей. Показана необходимость развития производства октаноповышающих присадок. Решением вопросов получения высокооктановых бензинов с использованием компонентов топлив, альтернативных нефтяным, может стать использование спиртов в качестве добавок к традиционному бензину, и в первую очередь этилового спирта, производимого из возобновляемых источников сырья. Поставленную цель можно осуществить с помощью моделирования технологических процессов. Пользуясь программным пакетом «UnisimDesign» произведено моделирование процесса получения изоамилового спирта. В основу универсальной системы моделирования «UnisimDesign» заложены общие принципы расчетов материально-тепловых балансов технологических схем. По рассчитанной схеме 1 выделяется один целевой продукт – изоамиловый спирт. Однако содержащийся в сивушных маслах бутанол также имеет широкое применение. Бутанол применяется как растворитель для красок, он входит в состав тормозных жидкостей, промышленных моющих средств, но при выделении бутанола возникает проблема, связанная с тем, что сивушные масла содержат воду и образуют азеотропные смеси. Для решения данной проблемы авторами предложено ввести в исходное сырье гексан в соотношении сырье : гексан 1:1. Это позволит выделить бутанол помимо изоамилового спирта. Моделирование процесса разделения сивушных масел показало возможность выделения двух востребованных целевых продуктов. В работе приведена технологическая схема установки разделения сивушных масел. Рассчитаны конструктивные характеристики колонного оборудования, составлены материальные и тепловые балансы установки.

Ключевые слова: присадка, сивушные масла, октаноповышающие присадки, изоамиловый спирт, бутанол

Development of high-tech production of high-octane components of motor fuel from renewable vegetable raw materials

Gulnara Sh. Musina	¹	musinag1981@gmail.com
Tat'yana S. Linkova	¹	tatiana-linkova@yandex.ru
Oksana V. Khabibrakhmanova	²	oksanazarova-77@mail.ru

¹ Nizhnekamsk Institute for Chemical Technology, Stroiteley Av., 47, Nizhnekamsk, 423570, Russia

² Branch of Samara Technological University, Mironova, Av., 5, Novokuybyshevsk, 446200, Russia

Summary. In work are studied development of new oxygen-containing high-octane fuel compositions. The short review of comparisons of the main indicators is presented. In this article is shown need of development of production of octane additives. Receiving high-octane gasolines with use of components of the fuels alternative oil, the solution of these questions can become use of alcohols as additives to traditional gasoline, and first of all the ethyl alcohol produced from renewable sources of raw materials. The goal can be carried out by means of modeling of technological processes. Using a software package of "UnisimDesign" we will make modeling of process of receiving isoamyl alcohol. In a basis of universal system of modeling of "UnisimDesign" the general principles of calculations of material and thermal balances of technological schemes are underlain. On the calculated scheme 1 isoamyl alcohol which is used in the form of additive to motor fuels is emitted one target product. However contained in fusel oils butanol also has broad application. Butanol is applied as solvent to paints, he is a part of brake fluids, industrial detergents. But at allocation of a butanol we face a problem, fusel oils contain water and form azeotrope mixes. For the solution of this problem we suggest to enter into initial raw materials hexane, in the ratio 1:1. It will allow us to allocate besides isoamyl alcohol and butanol. Modeling of process of division of fusel oils I have shown a possibility of allocation of two demanded target products. The technological scheme of installation of division of fusel oils is provided in work. Constructive characteristics of the columned equipment are calculated, material and thermal balances of installation are.

Keywords: additive, fusel oils, octane additives, isoamyl alcohol, butanol

Введение

Во многих странах мира нефтеперерабатывающая промышленность стоит перед решением поставленных задач, связанных с введением более жестких требований на моторные топлива

и с изменением спроса на топливо [1]. Особенно быстро в разных странах меняются спецификации на дизельное топливо и бензин, вынуждая нефтепереработчиков финансировать средства в строительство новых или в модернизацию действующих установок.

Для цитирования

Мусина Г.Ш., Линькова Т.С., Хабибрахманова О.В. Разработка высокотехнологичного производства высокооктановых компонентов моторного топлива из возобновляемого растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 264–269. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-264-269

For citation

Musina G.Sh., Lin'kova T.S., Habibrakhmanova O.V. Development of high-tech production of high-octane components of motor fuel from renewable vegetable raw materials. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 264–269. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-264-269

Современные направления в топливной промышленности, такие как ужесточение экологических требований к топливу, рост объемов потребления высокооктановых бензинов, повышение себестоимости добычи нефти, ухудшение качества добываемой нефти и, как следствие, повышение затрат ее переработки, приводят к необходимости переоценки традиционных подходов к производству моторных топлив [2]. В первую очередь это касается получения высокооктановых бензинов с использованием компонентов топлив, альтернативных нефтяным [3]. Решением этих задач может стать применение спиртов в качестве добавок к традиционному моторному топливу, и в первую очередь этилового спирта, получаемого из возобновляемых источников сырья [4].

Перспективой этого направления является не только сохранения нефтяных ресурсов, но и повышения качества бензинов. В свою очередь главным достоинством спиртосодержащих топлив является высокие антидетонационные свойства и улучшение экологических показателей [5].

Из всевозможных групп соединений, подвергавшихся изучению и проверке, более действенными промоторами самовоспламенения оказались оксигенаты. Качество этих присадок может быть оценено следующими показателями [6]:

- а) степенью повышения октанового числа топлива при добавлении присадки;
- б) устойчивостью, т. е. возможностью топлива с присадкой сохранять повышенное октановое число при длительном хранении топлива;
- в) состоянием двигателя после длительной его работы на топливе, содержащем присадки.

Наиболее широкое распространение в мире получили несколько видов оксигенатов, добавляемых в автомобильное топливо. Это такие как метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ), этил-трет-бутиловый эфир (ЭТБЭ), изопропиловый спирт, метанол и этанол [4].

При применении указанных выше оксигенатов уменьшение количества выбросов происходит по двум причинам. Во-первых, участие добавки в процессе горения приводит к лучшему соотношению топлива с кислородом воздуха и, как следствие, к более полному сгоранию углеводородного горючего [7]. Во-вторых, оксигенаты обладают высокими октановыми числами смешения и поэтому являются хорошей заменой токсичных ароматических соединений и ТЭС.

Использование спиртов и эфиров в составе автомобильных бензинов, кроме технических задач, связанных с получением композиций, имеющих соответствующие октановые числа, позволяет существенно улучшить и экологические характеристики данных этих моторных топлив за счет сокращения содержания бензола и ароматических углеводородов в составе

смесевых композиций (эффект «разбавления») [8]. Это приводит к снижению содержания токсичных веществ в продуктах сгорания смесевых композиций, а также за счет введения в бензиновую композицию связанного кислорода.

Основной недостаток бензино-спиртовых топлив – фазовая нестабильность при содержании в них небольших количеств воды. Концентрационные пределы расслаивания бензино-этанольных смесей находятся в зависимости от состава бензина. С увеличением концентрации ароматических соединений в бензине температура помутнения понижается (область гомогенных составов увеличивается).

Количество воды в системе является значительно более важным фактором расслаивания бензино-этанольных смесей, чем содержание спирта и ароматических углеводородов в бензине. Хорошим и при этом дешевым стабилизатором являются сивушные масла, обеспечивающие гомогенность топлива при температуре до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ [9].

Цель работы – повышение эффективности и разработка технологических основ процесса получения высокооктановых компонентов моторного топлива из возобновляемого растительного сырья.

Результаты и обсуждение

Поставленную цель возможно реализовать с помощью моделирования технологических процессов [10]. Пользуясь программным пакетом «UnisimDesign» произведем моделирование процесса получения изоамилового спирта [11]. В основу универсальной системы моделирования «UnisimDesign» заложены общие принципы расчетов материально-тепловых балансов технологических схем [12].

Объектом моделирования является установка разделения сивушных масел в частности выделения изоамилового спирта (рисунок 1). Состав сивушных масел приведен в таблице 1.

Характеристика колонны К-1 представлена в таблице 2. Материальный баланс и составы потоков колонны К-1 сведены в таблицы 3, 4.

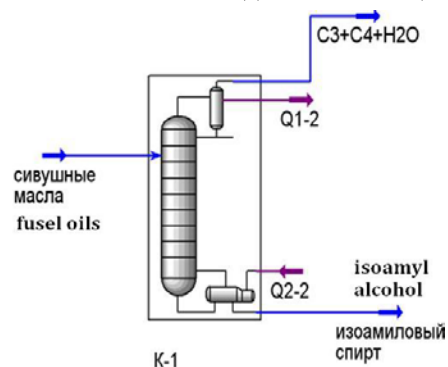


Рисунок 1. Схема материальных потоков колонны выделения изоамилового спирта

Figure 1. Scheme of material streams of a column of release of isoamyl alcohol

Таблица 1.

Состав сивушных масел

Table 1.

Composition of fusel oils

Компонент Components	% масс: % masses:
Вода Water	32,56
Пропанол-2 2 – Propanol	25,08
2-Метилпропанол-1 i-Butanol	15,13
Бутанол-1 1-Butanol	0,11
Пентанол-2 2-Pentanol	27,12

Таблица 2.

Характеристика колонны К-1

Table 2.

Characteristic of a column of K-1

Аппарат Device	К-1
Тип колонны Column type	Тарельчатая Plate
Контактные устройства Contact devices	Клапанные Claponic
Количество тарелок Number of plates	14
Поточность Threading	Однопоточные One-line
Диаметр колонны, м Diameter of a column, m	0,6
Высота секции, м Height of section, m	24,38

Таблица 3.

Результаты расчета

Table 3.

Results of calculation

Аппарат Device	К-1
Давление, кгс/см ² (изб): Pressure, kgf/cm ² (loghuts):	
верха колонны column top	0,9807
куба колонны column cube	1,500
Температура, °C: Temperature, °C:	
верха колонны column top	85,02
куба колонны column cube	101,7
Флегмовое число Flegmovy number	5
Нагрузка на конденсатор, кВт Load of the condenser, kW	212,0
Нагрузка на кипятыльник, кВт Load of the boiler, kW	321,7

Таблица 4.

Материальный баланс колонны К-1

Table 4.

Material balance of a column of K-1

Состав, % масс: Structure, %mass:	Питание (сивушное масло) Column feed (fusel oil)	Дистиллят (C3 + C4 + H2O) Distillate (C3 + C4 + H2O)	Куб (C5) Cube (C5)
Вода Water	32,56	32,56	0,00
Пропанол-2 2 – Propanol	25,08	42,48	0,00
2-Метилпропанол-1 i-Butanol	15,13	24,69	3,87
Бутанол-1 1-Butanol	0,11	0,27	0,24
Пентанол-2 2-Pentanol	27,12	0,00	95,89
Расход, кг/ч Consumption, kg / h	300,0	170,0	130,0

По рассчитанной схеме выделяется один целевой продукт изоамиловый спирт. Однако содержащийся в сивушных маслах бутанол также имеет широкое применение. Бутанол применяется как растворитель для красок, он входит в состав тормозных жидкостей, промышленных моющих средств. Но при выделении бутанола сталкиваемся с проблемой, сивушные масла содержат воду и образуют азеотропные смеси. Для решения данной проблемы предлагаем ввести в исходное сырье гексан, в соотношении сырье: гексан 1:1. Это позволит нам выделить помимо изоамилового спирта и бутанол.

Схема материальных потоков установки выделения двух целевых продуктов представлена на рисунке 2.

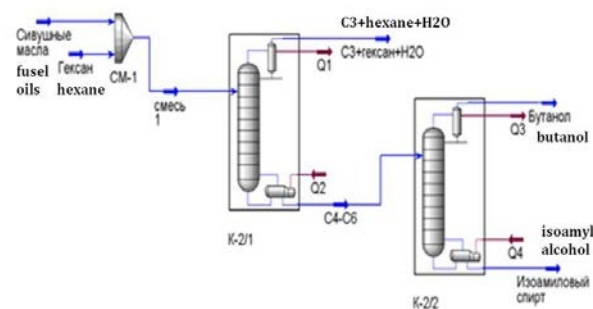


Рисунок 2. Схема материальных потоков колонн выделения изоамилового спирта и бутанола

Figure 2. Scheme of material streams of columns of release of isoamyl alcohol and butanol

Характеристика колонн K-2/1 и K-2/2 представлены в таблице 5. Материальный баланс и составы потоков колонн K-2/1 и K-2/2 сведены в таблицы 6–8.

Таблица 5.

Характеристика колонн K 2/1 и K 2/2

Characteristic of columns of K-2/1 and K-2/2

Аппарат / Device	K-2/1	K-2/2
Тип колонны / Column type	Тарельчатая / Plate	Тарельчатая / Plate
Контактные устройства / Contact devices	Клапанные / Claponic	Клапанные / Claponic
Количество тарелок / Number of plates	20	15
Поточность / Threading	Однопоточные / One-line	Однопоточные / One-line
Диаметр колонны, м / Diameter of a column, m	0,8	0,6
Высота секции, м / Height of section, m	24,38	12,19

Таблица 6.

Результаты расчета

Table 6.

Results of calculation

Аппарат / Device	K-2/1	K-2/2
Давление, кгс/см ² (изб): / Pressure, kgf/cm ² (loghuts):		
верха колонны column top	0,9807	0,9807
куба колонны column cube	1,500	1,471
Температура, °C: Temperature, °C:		
верха колонны column top	85,02	89,97
куба колонны column cube	101,7	129,5
Флегмовое число / Flegmovy number	5	12
Нагрузка на конденсатор, кВт / Load of the condenser, kW	212,0	299,1
Нагрузка на кипятыльник, кВт / Load of the boiler, kW	321,7	322,1

Таблица 7.

Материальный баланс колонн K-2/1

Table 7.

Material balance of columns of K-2/1

Состав, % масс: Structure, %mass:	Питание (сивушное масло) Column feed (fusel oil)	Дистиллят (C3 + гексан + H2O) Distillate (C3 + hexane + H2O)	Куб (C4+C5) Cube(C4+C5)
Вода / Water	16,28	26,39	0,00
Пропанол-2 / 2 – Propanol	12,54	0,78	31,48
2-Метилпропанол-1 i-Butanol	7,57	0,00	19,75
Бутанол-1 / 1-Butanol	0,05	0,00	0,14
Пентанол-2 / 2-Pentanol	13,56	0,00	35,39
Гексан / n-Hexane	50,00	72,83	13,24
Расход, кг/ч / Consumption, kg / h	600,0	370,0	230,0

Материальный баланс колонн К 2/2

Table 8.

Material balance of columns of K-2/2

Состав, % масс: Structure, %mass:	Питание(C4-C5) Columnfeed (C4-C5)	Дистиллят(бутанол) Distillate (butanol)	Куб(изоамиловый спирт) Cube (isoamyl alcohol)
Вода / Water	0,00	0,00	0,00
Пропанол-2 / 2 – Propanol	31,48	49,91	0,00
2-Метилпропанол-1 / i-Butanol	19,75	28,60	4,62
Бутанол-1 / 1-Butanol	0,14	0,01	0,38
Пентанол-2 / 2-Pentanol	35,39	0,48	95,00
Гексан / n-Hexane	13,24	20,99	0,00
Расход, кг/ч / Consumption, kg / h	230,0	145,1	84,90

Заключение

Моделирование процесса разделения сивушных масел показало возможность выделения двух востребованных целевых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Меньшикова Т.С. Актуальность проблемы разработки цетаноповышающих присадок к дизельному топливу // Вестник Казанского технологического университета. 2011. Т. 14. № 2. С. 110–112
- 2 Соколов В.В., Извеков Д.В. Нефтепереработка и нефтехимия. 2007. № 3. С. 23.
- 3 Баннов П.Г. Процессы переработки нефти, 2003
- 4 Капустин В.М. Оксигенаты в автомобильных бензинах. М.: КолосС, 2011. 335 с.
- 5 Потапов Н.Н., Лимонник Е.М., Степанов Н.Б., Василькевич А.И. и др. Энергетика: экономика, технология, экология. 2011. № 2. С. 109.
- 6 Капустин В.М. Нефтеперерабатывающая промышленность США и бывшего СССР. М.: Химия, 1995. 304 с.
- 7 Данилов А.М. Присадки к топливам // Химия и технология топлив и масел. 2007. № 2. 50 с.
- 8 Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. М., Химия, 1996, 232 с.
- 9 Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы. М.: КолосС, 2007. – 334 с.
- 10 Майер Р.В. Компьютерное моделирование: URL: <http://econf.rae.ru/article/6722>
- 11 Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 416 с.
- 12 Гартман Т.Н., Калинин В.Н., Артемьева Л.И. Компьютерное моделирование простых гидравлических систем. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. 40 с.
- 13 Саблина З.А., Гуреев А.А. Присадки к моторным топливам. М.: Химия, 1977. 258 с.
- 14 Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. Часть первая. М.: Химия, КолосС, 2007. 400 с.
- 15 Данилов А.М. Введение в химотологию. М.: Техника, ООО "ТУМА ГРУПП", 2002. 464 с.

В работе приведена технологическая схема установки разделения сивушных масел. Рассчитаны конструктивные характеристики колонного оборудования, составлены материальные и тепловые балансы установки.

16 Виппер А. Б., Виленкин А. В., Гайснер Д. А.. Зарубежные масла и присадки. М.: Химия, 2010. 192 с.

17 Бозбас, Кахраман. Биодизель как альтернативное моторное топливо: производство и политика в Европейском союзе // Возобновляемые и устойчивые энергетические обзоры. 2008. № 12.2. С. 542-552.

18 Бейли Брент К. Производительность этанола в качестве транспортного топлива // Справочник по биоэтанолю. Routledge, 2018. № 37. С. 60.

19 Харви Бенджамин Г., Уолтер У. Мерриман Л., Роксана Л. Возобновляемый бензин, растворители и топливные добавки из 2, 3-бутандиола // ChemSusChem. 2016. № 9, 14. С. 1814-1819.

20 Магарил Э. Повышение эффективности и экологической безопасности эксплуатации транспортных средств за счет улучшения качества топлива // Международный журнал устойчивого развития и планирования. 2015. № 10.6. С. 880-893.

21 Буй Х. Ч., Ахметов А. Ф., Нгуен Т. В, Ахметов Ф. А. Технология получения автомобильного бензина с улучшенными экологическими свойствами для планируемых НПЗ Вьетнама. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет

REFERENCES

- 1 Menshikova T.S. Relevance of a problem of development of t cetane-raising diesel fuel additives. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan technological university] 2011, vol. 14., no. 2, pp. 110-112 (in Russian)
- 2 Sokolov V.V., Izvekov D.V. *Neftepererabotka i neftekhimiya* [Oil processing and petrochemistry] 2007. no. 3. pp. 23. (in Russian)
- 3 Bannov P.G. *Protsessy pererabotki nefiti* [Processes of oil refining] 2003 (in Russian)
- 4 Kapustin V.M. *Oksigenaty v avtomobil'nykh benzinakh* [Oksigenata in automobile gasolines] Moscow, Colossus, 2011. 335 p. (in Russian)
- 5 Potapov N.N., Limonnik E.M., Stepanov N.B., Vasilkevich A.I. et al. *Energetika* [Energetic: housekeeper, technology, ecology] 2011. no. 2. pp. 109. (in Russian)

6 Kapustin V.M. Neftepererabatyvayushchaya promyshlennost' SShA i byvshego SSSR [Oil-processing industry of the USA and the former USSR] Moscow, Chemistry, 1995. 304 p. (in Russian)

7 Danilov A.M. Additives to fuels. *Khimiya i tekhnologiya topliv i masel* [Chemistry and technology of fuels and oils] 2007. no. 2. 50 p. (in Russian)

8 Danilov A.M. Prisdki i dobavki [Additives and additives. Improvement of ecological characteristics of oil fuels] Moscow, Chemistry, 1996, 232 p. (in Russian)

9 Kapustin V.M., Gureev A.A. Tekhnologiya pererabotki nefi [Technology of oil refining. Part 2. Destructive processes] Moscow, Colossus, 2007. 334 p. (in Russian)

10 Maier R.V. Komp'yuternoe modelirovanie [Computer modeling] Available at: <http://econf.rae.ru/article/6722> (in Russian)

11 Gartman T.N., Klushin D.V. Osnovy komp'yuternogo modelirovaniya [Bases of computer modeling of chemical and technological processes] Moscow, IKTs "Akademkniga", 2006. 416 p. (in Russian)

12 Gartman T.N., Kalinkin V.N., Artemyeva L.I. Komp'yuternoe modelirovanie [Computer modeling of simple hydraulic systems] Moscow, RHTU of D.I. Mendeleev, 2002. 40 p. (in Russian)

13 Sablina Z. I., Gureev A.A. Prisdki k toplivu [Additives to motor fuels] Moscow, Chemistry, 1977. 258 p. (in Russian)

14 Glagoleva O.F., Kapustin V.M., Tekhnologiya pererabotki nefi [Technology of oil refining. Part one] Moscow, Chemistry, Colossus, 2007. 400 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гульнара Ш. Мусина студент, кафедра химической технологии органических веществ, Нижнекамский химико-технологический институт, пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия, musinag1981@gmail.com

Татьяна С. Линькова доцент, кафедра химической технологии органических веществ, Нижнекамский химико-технологический институт, пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия, tatiana-linkova@yandex.ru

Оксана В. Хабибрахманова доцент, кафедра химической технологии, Филиал Самарского государственного технического университета, ул. Миронова, 5, г. Новокуйбышевск, 446200, Россия, oksanazarova-77@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Гульнара Ш. Мусина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Татьяна С. Линькова консультация в ходе исследования

Оксана В. Хабибрахманова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.03.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.04.2018

15 Danilov A.M. Vvedenie v khimotologiyu [Introduction to a himmotologiya] Moscow, Equipment, LLC TUMA GROUP, 2002, 464 p. (in Russian)

16 Vipser, A. B., Vilenkin A.V., Gaysner D.A. Zarubezhnye masla i prisadki [Foreign oils and additives] Moscow, Chemistry, 2010. 192 p. (in Russian)

17 Bozbas, Kahraman. Biodiesel as an alternative motor fuel: production and policies in the European Union. *Vozobnovlyayemye i ustoichivye energeticheskie obzory* [Renewable and Sustainable Energy Reviews] 2008, no. 12.2, pp. 542-552. (in Russian)

18 Bailey Brent K. Performance of ethanol as a transportation fuel. *Spravochnik po bioetanolu* [Handbook on Bioethanol. Routledge] 2018. no. 37. pp. 60. (in Russian)

19 Harvey Benjamin G., Walter W. Merriman, Roxanne L. Quintana. Renewable Gasoline, Solvents, and Fuel Additives from 2, 3 -Butanol. *Chem.* 2016. no. 9.14. pp. 1814-1819.

20 Magaril E. Increasing the efficiency and environmental safety of vehicle operation through improvement of fuel quality. *Mezhdunarodnyi zhurnal ustoichivogo razitiya i planirovaniya* [International Journal of Sustainable Development and Planning] 2015. no. 10.6. pp. 880-893. (in Russian)

21 Bui Kh. Ch., Akhmetov A.F., Nguyen T.V., Akhmetov F.A. Tekhnologiya polucheniya avtomobil'nogo benzina [Technology of obtaining motor gasoline with improved environmental properties for planned refineries in Vietnam] Ufa, Ufa State Petroleum Technical University. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gulnara Sh. Musina student, Department of chemical technology of organic substances, Nizhnekamsk chemical-technological Institute (branch), Stroiteley Av., 47 Nizhnekamsk, 394036, Russia, musinag1981@gmail.com

Tat'yana S. Linkova associate professor, Department of chemical technology of organic substances, Nizhnekamsk chemical-technological Institute (branch), Stroiteley Av., 47 Nizhnekamsk, 394036, Russia, tatiana-linkova@yandex.ru

Oksana V. Khabibrakhmanova associate professor, Department of chemical technology, Branch of Samara Technological University, Mironova, Av., 5, Novokuybyshevsk, 446200, Russia, oksanazarova-77@mail.ru

CONTRIBUTION

Gulnara Sh. Musina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tat'yana S. Linkova consultation during the study

Oksana V. Khabibrakhmanova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.14.2018

ACCEPTED 4.19.2018