ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ОКТАНОПОВЫШАЮЩЕЙ ДОБАВКИ (ПРИСАДКИ) К АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ

Адизов Бобир Замирович
д-р техн. наук,
зав. лабораторией Нефтехимии
Института общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Махмудов Мухтор Жамолович
д-р хим. наук, проф.
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, Бухарская область, г. Бухара
E-mail: makhmudov.mukhtor@inbox.ru

Салойдинов Азиз Авазович
докторант
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара

THE USE OF ETHANOL AS AN OCTANE-BOOSTING ADDITIVE (ADDITIVE) TO AUTOMOBILE GASOLINE

Bobir Adizov
Doctor of Technical Sciences,
Head of the Petrochemistry Laboratory
of the Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mukhtor Makhmudov
Doc. chem. sciences, prof. Bukhara
Engineering-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara region, Bukhara

Aziz Saloydinov
Doctoral student Bukhara
Institute of Engineering and Technology,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Сегодня, чтобы улучшить качество и ресурс топлив, получаемых из нефти, в их состав добавляют вещества, полученные из различных сырьевых ресурсов. В данной статье представлены способы производства этанола в мире, его виды и направления улучшения физико-химических и экологических свойств бензинов путем добавления их в автомобильный бензин.

ABSTRACT

Today, in order to improve the quality and resource of fuels obtained from oil, substances obtained from various raw materials are added to their composition. This article presents the methods of ethanol production in the world, its types and directions for improving the physico-chemical and environmental properties of gasoline by adding them to gasoline.

Ключевые слова: этанол, спирт, октановое число, бензин, добавка, присадка.
Keywords: ethanol, alcohol, octane number, gasoline, additive, additive.

Библиографическое описание: Махмудов М.Ж., Адизов Б.З., Салойдинов А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ОКТАНОПОВЫШАЮЩЕЙ ДОБАВКИ (ПРИСАДКИ) К АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 5(110). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15520

Этанол производится в пищевой, лесной и нефтехимической промышленности по следующим технологиям [1]:

- ферментация (ферментация) сельскохозяйственной продукции или растительного сырья, содержащего сахар и крахмал;
- древесное сырье гидролизуют, а затем ферментируют;
- гидратация этилена непосредственно или с помощью серной кислоты;
- производство этанола из сульфитных жидкостей.

Соотношение затрат синтетических ферментативных (пищевых) и гидролизованных спиртов составляет 1,0:3, 5:4,2 [2].

Сегодня в связи с расширением использования этанола в различных сферах увеличивается и объем его производства. Объем производства этанола в 2015-2019 гг. представлен на рис. 1 [3].

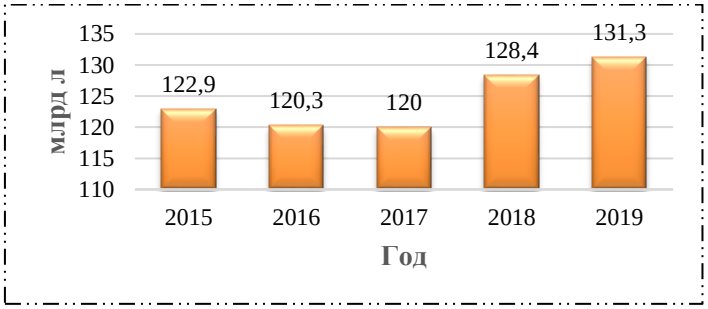

Рисунок 1. Производство этанола в мире в 2015-2019 гг.

Этанол получают из углеводов (сахаридов) или крахмалосодержащих сельскохозяйственных и растительных продуктов (пшеница, картофель, сахарный тростник и др.) в процессе ферментации, с образованием бактерий, превращающих углеводы в этанол.

Полученные дрожжи представляют собой смесь, содержащую 82-90% многокомпонентной комплексной системы, 4-10% воды, 5-9% этилового спирта в виде смеси сухих веществ [4].

Большую часть спиртовой смеси (0,35-0,95%) составляют спирты: метиловый спирт, изопропиловый спирт, изобутиловый спирт, изоамиловый спирт, при этом она содержит альдегиды (0,05% уксусный альдегид), кислоты (0,005-0,01%) и состоит из простых эфиров (0,05%) [5].

Этиловый спирт извлекают из дрожжей в ректификационных установках. Продукт, полученный из кормового сырья, называется спиртом-сырцем. Физико-химические свойства спиртового полуфабриката-сырца по ГОСТ 52193-2003 приведены в таблице 2 [6]. Из ректификованного полуфабриката спирта-сырца получают очищенный от примесей спирт, соответствующий требованиям ГОСТ 51652-2000 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья» по показателям качества [7].

В результате сбраживания дрожжей, помимо этилового спирта, получают побочные продукты процесса брожения – альдегиды, эфиры, высшие спирты и другие органические соединения. Эти соединения делятся на 2 группы [8]:

- исходные соединения - вещества, кипящие при температуре ниже, чем у этилового спирта;
- последние соединения, представляющие собой вещества с более высокой температурой кипения, чем у этанола.

Таблица 2.

Физико-химические свойства спирта-сырца-полуфабриката по ГОСТ 52193-2003

Наименование показателя	**Норма для этилового спирта-сырца**	
	на всех видов сырья (за исключением мелассы), или их смеси	**из мелассы**
Объемная доля этилового спирта-сырца, %, не менее	88	88
Массовая концентрация альдегидов в пересчете: на безводный спирт. мг/дм^3, не более	300	500
Массовая концентрация сложных эф иров в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3, не более	500	700
Объемная долям етилового спирта в пересчете на безводный спирт, % , не более	0,13	-
Массовая концентрация сивушного масла в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов (3:1) в безводном спирте. мг/дм^3, не более	5000	5000

Первичные смеси или эфироальдегидные фракции представляют собой смесь этилового спирта (не менее 92 %), при этом она содержит также низкомолекулярные альдегиды (до 4 % по сравнению с уксусным альдегидом), простые эфиры (3,5 % по сравнению с этилацетатом), содержит высшие спирты (0,1%), органические кислоты (0,1%). Состав исходной фракции этилового спирта регламентируется нормативными документами [9].

Последняя смесь представляет собой маслянистую жидкость, называемую сивушным маслом. Эти смеси в основном содержат спирты, такие как изоамиловый спирт, изобутанол, пропанол, изопропанол. Сивушное масло выпускается по ГОСТ 17071-91 [10].

Побочные продукты производства этанола на основе пищевого сырья - эфироальдегидные фракции и сивушные масла могут быть использованы в составе автомобильных бензинов.

Использование этилового спирта, полученного из пищевого сырья, в качестве моторного топлива или в составе бензина ограничено из-за их высокой стоимости.

При производстве этанола прямой гидратацией этилена используют твердые носители фосфорнокислых катализаторов, процесс проводят под давлением 7-8 МПа, при температуре 260-300°С, этилен:вода (0,6-0,7): Выполняется в пропорции 1. В оптимальных условиях неконверсия этилена составляет 4,2-4,5 %, а селективность превращения в спирт достигает 95 % [11].

Недостатками фосфорнокислотных катализаторов в этих процессах являются их коррозионная активность и частичная потеря.

Нейтральные вольфрамовые или кремнийвольфрамовые катализаторы могут быть использованы для прямой гидратации этилена без указанных выше недостатков.

В процессе гидратации этилена серной кислотой используют 96-98% серную кислоту, процесс ведут при 2,5 МПа и 65-75°С. При этом степень конверсии этилена составляет 85% [12].

При сравнении затрат на прямую гидратацию этилена и гидратацию серной кислотой стоимость этилового спирта из процесса прямой гидратации на 20% ниже, чем процесс с серной кислотой.

Физико-химические свойства синтетического спирта, полученного из этилена, представлены в таблице 3 (по ГОСТ 51999-2002) [13].

Таблица 3.

Физико-химические свойства синтетического спирта, полученного из этилена

№	Показатель	Ценить			
		Марка А		Марка В	
		Высший сорт	1-сорт	Высший сорт	1-сорт
1.	Внешний вид	Бесцветная, прозрачная, жидкая смесь без механических добавок.			
2.	Запах	Характерный запах спирта-ректификата			
3.	Объемная доля этилового спирта, %, не менее	96,2	96,0	96,2	96,0
4.	окисление 20°С, в минуту, не менее	15	15	15	15
5.	Концентрация кислот, мг/дм^3, в пересчете на уксусную кислоту в безводной меди не высока.	8	15	8	15
6.	Концентрация уксусного альдегида, мг/дм^3, невелика по сравнению с безводным спиртом.	4	8	4	8
7.	Концентрация этилового эфира, мг/дм^3, невелика по сравнению с уксусной кислотой в безводном спирте.	5	12	5	12
8.	Концентрация спиртов C_3-C_4 (изобутанол, бутанол-1, бутанол-2, пропанол-1, пропанол-2) в пересчете на безводный спирт, мг/дм^3, не более	8	10	8	10
9.	Массовая концентрация кротонового альдегида, мг/дм^3	Нет в наличии			
10	Объемная доля метилового спирта, %, невелика в расчете на безводный спирт	0,005	0,01	0,005	0,01
11	Массовая доля диэтилфталата, %, не менее	-	-	0,08	0,08

Глюкозу получают сбраживанием продуктов гидролиза древесины (целлюлозы) и затем сбраживают до спиртов под действием ферментов. В результате получают спирт этиловый технический, соответствующий требованиям ГОСТ 17299-78 (таблица 4), или спирт этиловый технический, соответствующий ГОСТ 18300-87 ректификованному [14].

Таблица 4.

Физико-химические показатели синтетического этилового спирта

Показатель	Стандарт для бренда	
	A	B
Концентрация этилового спирта, % (по объему), не менее	95,0	94
Массовая концентрация кислот, мг/дм^3, не много	15	30
Массовая концентрация сложных эфиров, мг/дм^3, не много	80	180
Массовая концентрация альдегидов, мг/дм^3, не высокая	200	350
Объемная концентрация метилового спирта, %, не более	0,1	0,1
Массовая концентрация сивушных масел, мг/дм^3, не высокая	500	1000
Массовая концентрация сухого остатка, мг/дм^3, не более	10	20
Массовая концентрация фурфурола, мг/дм^3, не высокая	Нет в наличии	5
Массовая концентрация серы, мг/дм^3, не более	Необнаруживаемый	10,0

Сульфитный этанол получают из отходов целлюлозно-бумажного производства путем извлечения сульфита из сульфатной жидкости, а затем путем его очистки. Спирт, полученный этим способом, очень дешев, но его сырьевой ресурс ограничен.

Возможность получения этанола из возобновляемого растительного сырья позволяет использовать биоэтанол в качестве альтернативного моторного топлива. В связи с этим на национальном уровне увеличивается производство и использование биоэтанола в качестве топлива в США, Бразилии и других странах [15].

Этанол может использоваться в качестве альтернативного моторного топлива только в транспортных средствах, предназначенных для работы на этаноле. Поэтому его широко используют как компонент для повышения октанового числа в составе традиционных бензинов. В 2010 г. в моторные топлива было добавлено 12,58 млрд литров этанола, а в 2015 г. этот показатель составил 25,5 млрд литров [16].

Сегодня в Бразилии производится 21,2 млрд литров этанола, что составляет наибольшую долю производимого этанола в мире, а через пять лет планируется довести долю автотранспорта, работающего на этаноле из сахарного тростника, до 80% [17].

Шведские производители автомобилей Saab и Volvo планируют производить легковые и грузовые автомобили, работающие на этаноле и биотопливе. Принимая во внимание недостатки и недостатки использования этанола в углеводородных топливах: его склонность к поглощению воды и образованию слоев бензино-спиртовых смесей, его высокоагрессивное действие на металлы и т.п. терминалы. В мире для этого в терминалах используются специальные топливозаправочные колонки и смесительные устройства.

Требования к качеству топлив с добавлением этанола в разных странах представлены в таблица 5 [18].

Таблица 5.

Требования к качеству топлива с добавлением этанола в разных странах

Показатель	Норма					
	Бразилия	Канада	США	Германия	Украина	Польша
Объемная концентрация спирта, %, не менее	99,3	98,7	92,1	99,8	-	99,6
Органические оксигенаты, %, не менее	-	-	-	-	99,3	-
Количество воды, %, не много	-	0,1	1	-	0,02	0,4
Концентрация альдегидов, %, не высокая	-	-	-	-	-	0,2
Концентрация сивушных масел, %, не много	-	-	-	0,004	-	0,2
Объемная концентрация метанола, %, не более	-	-	0,5	-	-	0,1
Концентрация кислоты, не большая	0,03	0,03	0,07%	-	-	0,03
Концентрация эфира не высокая	-	-	-	0,002	-	0,2
Сухой остаток, не много	-	-	0,05	-	-	0,02
Количество меди, мг/кг, не много	0,07	0,1	0,1		-	0,1
Количество хлора, мг/кг, не много	-	10	5		-	40
Концентрация циклогексана, %, не много	-	-	-	-	0,5	-
Денатурированные вещества, %	3	1	1,96-4,76	-	-	-

Одним из основных требований к качеству этанольного топлива является количество воды в его составе (не должно превышать 1%), что требует проведения процесса абсолютизации спирта [19].

Абсолютизация этанола осуществляется следующими способами [20]:

- Азеотропная прогонка – это процесс ректификации с использованием различных сепараторов (бензол или циклогексан), в котором этанол смешивают с бензолом или свежим этанолом при относительно низких температурах кипения 68,24 и 64,9 (бензол:этанол – 67,6:32,4, циклогексан:этанол – 70:30).) образуют азеотропные соединения.
- Адсорбция с использованием цеолитов. Этот метод считается одним из самых разработанных и по сей день. Для процесса адсорбции используют в основном цеолиты и сорбенты с порами определенного размера. В процессе селективной адсорбции наблюдается взаимодействие с молекулами меньшими, чем поры сорбента. При испарении водосодержащего этанола из твердых пористых материалов молекулы воды захватываются порами сорбента.
- Метод диффузионного разделения в полупроницаемых мембранах. Этот метод имеет ряд преимуществ перед традиционными методами: безреагентный процесс, низкие энергозатраты, возможность использования низкопотенциального тепла, высокая эффективность. При мембранном разделении этанол испаряют, а затем его пары пропускают через специальные мембранные барьеры. Для преодоления сопротивления в преграде процесс проводят в условиях вакуума, а проходящие пары конденсируют. Полимерные материалы в основном используются в качестве полупроводниковой мембраны.
- Ректификация под вакуумом считается одним из наиболее перспективных методов получения абсолютного спирта. Этанол, содержащий 0,2-0,3% воды, можно получить разгерметизацией азеотропной точки. При температуре 27°C и давлении 9,33 кПа азеотропная точка исчезает, и в этих условиях удается получить почти безводный спирт.
- Метод абсорбции с использованием жидкого CO2, прессованных алкенов и т.д.

Однако следует подчеркнуть, что абсолютизация этанола не решает проблемы фазового разделения бензино-спиртовой смеси. Потому что в реальных условиях перевозки и хранения спирта насыщение спирта водой происходит по-разному. Основными источниками гидратации спирта являются: влага в транспортных магистралях, утечка воды из резервуаров для хранения топлива, конденсация воды из воздуха из-за перепадов температуры и поглощение воды из воздуха из-за спиртовой крыши. Большую опасность представляет вода в резервуарах, трубопроводах, автомобильных цистернах и т.п.

В странах СНГ использование этилового спирта в качестве добавки для повышения октанового числа бензина изучается с 1995 г. [21].

В результате ряда исследований [22], при добавлении 10% этанола в бензин каталитического риформинга установлено, что октановое число бензина увеличивается на 2,3-2,8 пункта. Показатели, характеризующие испарительные свойства бензина, в частности, давление насыщенных паров, потери на испарение, склонность к образованию паровых пробок, у бензино-спиртовой смеси были выше, чем у поступающего бензина (табл. 1.10) [23].

Добавление этанола в бензин не увеличивало его коррозионную активность и не снижало его химической стойкости. Как видно из приведенных выше показателей, этанол показал положительные результаты в качестве компонента бензина.

Таблица 6.

Влияние этанола на физико-химические свойства бензина каталитического риформинга

Показатель	Гидролизованный этанол	Бензин каталитического риформинга	Бензин каталитического риформинга и 10% этанол
Стабильность детонации: ОЧ.М.	94	83,3	85,6
ОЧ.И.	111	92,6	95,4
фракционный состав: температура начала перегонки, °С, не выше	78	56	51
Перелы перегонки, °С 10%	78	70	63
50%	78,5	108	107
90%	79	157	156
Конец кипения, °С, не выше	79	199	195
Объёмная доля остатка в колбе, %, не более	-	1,2	0,8
Остаток и потери, %, не более	1	2	2

Показатель	Гидролизованный этанол	Бензин каталитического риформинга	Бензин каталитического риформинга и 10% этанол
Давление насыщенных паров бензина, kPa (mm.sim.ust.)	11,7 (88,3)	37,3 (298)	45,1(339)
Bug‘lanishdagi yo‘qolishi, %	Нет в наличии	0,45	0,50
Склонность к образованию паровых пробок, ºС	80	65	60
Фактическая концентрация смолы, мг/100 см^3	0,2	1,8	1,6
Кислотность, мг на 100 см^3 бензина	1,45	Нет в наличии	0,28
Количество воды, %	5,5	0,01	0,56
Коррозионная активность: Изменение массы железной плиты, г/м^2	0,6	0,73	0,7
Изменение массы свинца-платины, г/м^2	0,2	0,55	0,7
Тестирование на медной пластине	видерживает	видерживает	видерживает

В настоящее время в мире проявляется большой интерес к биоэтанолу, получаемому из возобновляемых ресурсов.

В настоящее время передовые автомобилестроительные концерны мира рекомендуют двигатели, способные работать на смесях бензина и этанола в любом соотношении, для работы на топливе Е-85, содержащем 85% этанола [24].

Таким образом, по результатам анализа получение автомобильных топлив со свойствами, близкими к товарным бензинам, на основе спиртобензиновых смесей и их использование является одним из основных направлений современной нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. В связи с этим получение различных присадок на основе этанола и их использование на отечественных нефтеперерабатывающих заводах является одной из актуальных проблем.

Список литературы:

1. Makhmudov M.J. Adizov B.Z. Temirov A.H., A.A. Saloydinov Modification of Low-Octane Gasoline for Improvement of Its Environmental and Operating Characteristics International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 6 , June 2020. P.1463-1471.
2. Махмудов М.Ж., Тошев М.С.,Салойдинов А.А. Гидроизомеризация бензолсодержащей фракции в присутствии катализатора ni/Al2O3 с целью доведения бензина до норм евро – 5 Science and education.,ISSN 2181-0842 volume 2, ISSUE 10 october 2021 104-111 б.
3. Махмудов М.Ж., Тошев М.С.,Салойдинов А.А. Гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций на катализаторе niw/Al2O3 с целью доведение автомобильного бензина АИ-80 до нормам евростандарту – 5 Science and education.,ISSN 2181-0842 volume 2, ISSUE 10 october 2021 135-140 б.
4. Махмудов М.Ж., Тошев М.С.,Салойдинов А.А. Усовершенствование процесса регриз для производства бензина соответствующего нормам евростандарта-5 Science and education.,ISSN 2181-0842 volume 2, ISSUE 10 october 2021 141-152 б.
5. Салойдинов А.А., Эргашев Ж.Ж. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей Science and education.,ISSN 21810842 volume 3, ISSUE 4 april 2022 146-148 б.
6. Махмудов М.Ж. Цуканов М.Н., Салойдинов А.А. Этанол асосли қўндирмаларнинг автомобил бензинлари детонацион барқарорлигига таъсирини тадқиқ қилиш Илмий-техникавий журнал.Фан ва технологиялар тараққиёти.№4/2021 Бухоро, 2021.
7. Махмудов М.Ж., Салойдинов А.А. Турли функционал қўндирмаларнинг автомобил бензинининг экологик хоссаларига таъсири Илмий-техникавий журнал. Фан ва технологиялар тараққиёти. №4/2021 Бухоро, 2021.
8. Махмудов М.Ж., Салойдинов А.А. Автотранспортларнинг экологик муаммолари ва автомобил бензинлари сифатига қўйилган замонавий экологик талаблар Илмий-техникавий журнал. Фан ва технологиялар тараққиёти. №2/2022 Бухоро, 2022.
9. M.J. Maxmudov, S.O. Svaykosov. Avtomobil benzininiń oktan sanín asíríwda antidetonaciyalíq qosímshalardiń ónimdarlíǵín salístíríw - Ilim hám jámiyet ilimiy-metodikaliq jurnal №5. Nókis – 2021. 25-27 b.

10. Ахмедов У.К., Суяров М.Т., Махмудов М.Ж. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПАУНДИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ АИ-91 И АИ-80 И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОКСИГЕНАТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 9(102). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14272 (дата обращения: 09.05.2023).
11. Махмудов М.Ж., Свайкосов С.О. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИСАДОК В ПОВЫШЕНИИ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 6(99). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14001 (дата обращения: 09.05.2023).
12. Ахмедов У.К., Суяров М.Т., Махмудов М.Ж. ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИДЕТОНАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКООКТАНОВОГО БЕНЗИНА С ДОБАВЛЕНИЕМ ОКТАНОПОВЫШАЮЩИХ ПРИСАДОК // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 9(102). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14273 (дата обращения: 09.05.2023).
13. Махмудов М.Ж., Ахмедов У.К., Каршиев М.Т. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ И ГИДРОИЗОМЕРИЗЦИИ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩЕЙ ФРАКЦИИ БЕНЗИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРА AlNiW-Cl // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 9(102). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14274 (дата обращения: 09.05.2023).
14. Методика определения бензолсодержащей фракции низкооктанового автомобильного бензина // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Наубеев Т.Х. [и др.]. 2020. № 7 (73). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/9718 (дата обращения: 10.05.2023).
15. Фракционирование бензина с целью улучшения его качества // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Махмудов М.Ж. [и др.]. 2020. № 7 (73). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/9855 (дата обращения: 10.05.2023).
16. Makhmudov M.J., Saloydinov A.A., Ergashev J.J. METHOD FOR REDUCING AROMATIC HYDROCARBONS IN COMPOSITION OF GASOLINE, https://sites.google.com/view/imxu/ реестр:1070589 *(По требованию Роскомнадзора информируем, что иностранное лицо, владеющее информационными ресурсами Google является нарушителем законодательства Российской Федерации – прим. ред.)*
17. Saloydinov, A., Makhmudov, M., Usmonov, S., & Adizov, B. (2023). DETERMINATION OF THE QUANTITY OF WATER IN ETHANOL, GASOLINE AND ALCOHOL FUEL BY THE FISHER METHOD. Development of pedagogical technologies in modern sciences, 2(2), 64-67.
18. Makhmudov M.J., Saloydinov A.A., Ergashev J.J. (2022). METHOD FOR REDUCING AROMATIC HYDROCARBONS IN COMPOSITION OF GASOLINE Bukhara institute of engineering and technology https://doi.org/10.5281/zenodo.7467935 1-13.
19. Махмудов М.Ж., Цуканов М.Н., Саломов С.С. Ў., & Савриев М.С. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА. Science and Education, 2(3), 166-174.
20. Махмудов М.Ж., Свайкосов С.О., & Абилов Е.А. (2022). МОДИФИКАЦИЯ НИЗКООКТАНОВОГО БЕНЗИНА. BOSHQARUV VA ETIKA QOIDALARI ONLAYN ILMIY JURNALI, 2(1), 109-118.
21. Махмудов М.Ж. (2020). Модификация низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик. Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, (3), 28-34.
22. Махмудов М.Ж., Наубеев Т.Х., & Абишов З.М. (2021). СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ. Science and Education, 2(3), 226-237.
23. Махмудов М.Ж., Наубеев Т.Х., & Абишов З.М. (2021). СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ. Science and Education, 2(3), 226-237.
24. Jamolovich M.M., & Karimovich A.U. (2020, September). COLLOIDAL-CHEMICAL FEATURES OF SURFACTANTS AND ADDITIVES INTO LOW OCTANE GASOLINES TO IMPROVE THEIR QUALITY. In The 13th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science”(September 2-4, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. 399 p. (p. 28).