

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 3 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/TIDJ1047>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 61.51.19

<https://doi.org/10.48081/VGCJ1519>***Р. А. Беисов, М. А. Елубай**

Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар,
e-mail: beisov_198@mail.ru

**ОПТИМИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ТОО «ПНХЗ»**

В статье рассмотрены технологии, применяющиеся в гидрокаталитических процессах нефтеперерабатывающей промышленности. В частности, предложены эффективные рекомендации по модернизации действующей установки гидроочистки дизельного топлива на ТОО «ПНХЗ».

Данная статья разработана в рамках магистерской диссертации «Исследование возможности оптимизации установки гидроочистки дизельного топлива с интеграцией блока депарафинизации». На данный момент основными мерами по улучшению низкотемпературных показателей дизельного топлива, являются вовлечение в сырьевой пул керосиновой фракции и добавление депрессорных присадок. Однако такие подходы часто оказываются экономически не выгодными, так как использование керосиновой фракции приводит к уменьшению производства реактивного топлива, а депрессорные присадки относятся к категории дорогостоящих. Мною предложена реконструкция действующей установки, с внедрением реактора депарафинизации и изменение внутренних устройств колонны стабилизации, ввиду увеличения выхода низкокипящего компонента. В дополнение к этому предоставляется подробная информация о технологических схемах гидрокаталитических процессов, включая комбинированные установки депарафинизации. Эти установки объединяют в себе реакторы гидроочистки и депарафинизации, что предоставляет новые возможности для оптимизации процессов и повышения эффективности нефтепереработки.

Действующая установка гидроочистки дизельного топлива подлежит модернизации, с целью получения дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

Ключевые слова: депарафинизация, дизельное топливо, гидроочистка, реактор, катализатор.

Введение

ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» (ПНХЗ) на данный момент эксплуатирует установку гидроочистки дизельного топлива (ГО ДТ) с производительностью по сырью 320 м³/ч.

Установка ГО ДТ в 2017 году была реконструирована по проекту Хальдор Топсе (ХТАС). Установка производит летнее дизельное топливо класса Евро 5 и стабильный бензин. Из-за необходимости производства зимнего дизельного топлива с температурой помутнения – 28 °С и ПТФ – 38 °С, необходимо модифицировать установку ГО ДТ и внедрить блок депарафинизации таким образом, чтобы выполнялись все продуктовые спецификации с минимальными капитальными затратами и минимальным потреблением водорода.

При выполнении всех условий, установка ГО ДТ будет производить зимнее дизельное топливо в течение 4–5 месяцев в год с максимальным количеством зимнего дизеля 30 000–40 000 тонн в месяц, оставшееся время установка будет производить летнее дизельное топливо.

Материалы и методы

В технологические схемы гидрокаталитических процессов включают реакторы, колонные аппараты, компрессоры для циркуляции газа, а в некоторых случаях дожимные компрессоры для свежего водорода или водородсодержащего газа, насосы, теплообменники, холодильники, различные ёмкости, печи [1].

На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема установки гидроочистки дизельного топлива с холодной сепарацией ВСГ [1].

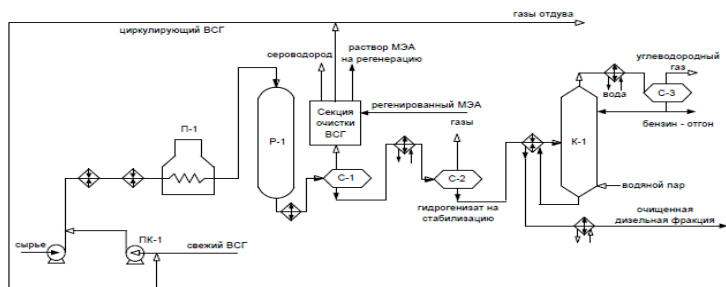


Рисунок 1 – Схема установки гидроочистки дизельного топлива

П-1 – печь; Р-1 – реактор гидроочистки; С-1 – сепаратор высокого давления; С-2 – сепаратор низкого давления; С-3 – сепаратор; К-1 – стабилизационная колонна [1].

На рисунке 2 представлена технологическая схема установки гидроочистки дизельного топлива с интеграцией блока депарафинизации.

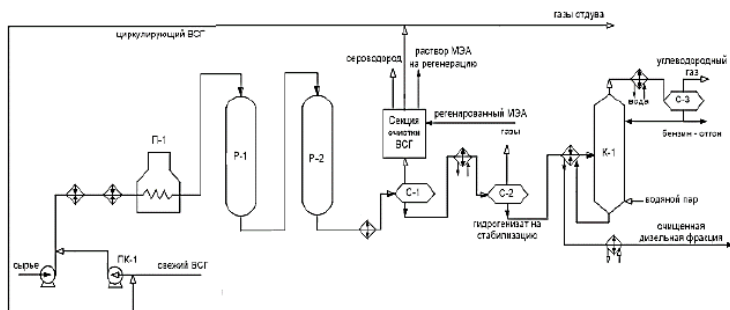


Рисунок 2 – Схема установки гидроочистки дизельного топлива с интеграцией блока депарафинизации

П-1 – печь; Р-1 – реактор гидроочистки; Р-2 – реактор депарафинизации; С-1 – сепаратор высокого давления; С-2 – сепаратор низкого давления; С-3 – сепаратор; К-1 – стабилизационная колонна [1].

Схемы имеют много общего по аппаратурному оформлению, основные различия с принципиальной схемой заключаются в наличии реактора депарафинизации и в конструктивных изменениях внутренних устройств колонны стабилизации К-1 [8].

Основным внедряемым аппаратом является реактор, показан на рисунке 3. Реактор депарафинизации Р-2 – реактор с аксиальным верхним вводом сырья, с двумя слоями катализатора. Средневзвешенная температура в реакторе составляет 320–360 °С. Для снятия тепла экзотермических реакций, протекающих в реакторе депарафинизации дизельного топлива, между слоями катализатора предусмотрена подача холодного ВСГ [9].

Узел ввода квенча установлен между полками реактора и для достижения желаемого температурного профиля реактора по катализаторным полкам, необходимо постоянно регулировать количество подаваемого ВСГ с температурой 35–40 °С, при увеличении подачи ВСГ происходит снижение средневзвешенной температуры по слоям реактора и наоборот.

Катализатор состоит из кислотного компонента, выполняющего крекирующую и изомеризующую функцию (цеолиты, алюмосиликаты и оксид алюминия) и гидрирующим компонентом обычно служат металлы VIII (Ni, Fe, Co,) и V, VI групп (Mo, V или W) [1].

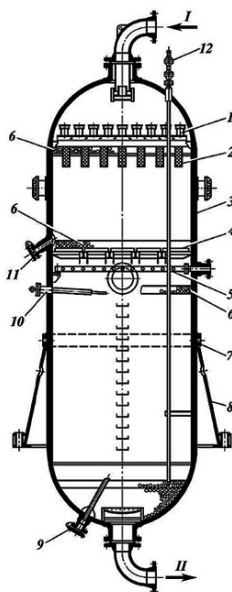


Рисунок 3 – Реактор депарафинизации

1 – распределительная тарелка; 2 – фильтрующее устройство; 3 – корпус;
4 – решетка колосниковая; 5 – коллектор для ввода ВСГ; 6 – фарфоровые шары;

7 – опорное кольцо; 8 – опора; 9, 11 – штуцер для выгрузки катализатора; 10, 12 – термопары [1].

Потоки: I – гидроочищенное дизельное топливо; II – дизельное топливо с улучшенными низкотемпературными свойствами.

Результаты и обсуждение

Для процесса депарафинизации предлагается использовать катализатор фирм Haldor Topsøe или Shell, который позволяет достигнуть баланс между активностью и селективностью и минимизировать потери выхода продуктового дизельного топлива при работе на зимнем режиме [2, 3].

Катализатор вышеуказанных фирм специально разработан для эксплуатации в присутствии сероводорода и аммиака («кислый режим») и является оптимальным решением для установок гидроочистки средних дистиллятов низкого давления, перерабатывающих дистилляты вторичных процессов. Секция депарафинизации работает при давлении 52–54 кг/см² изб [4, 5].

Во время работы установки на летнем режиме реактор депарафинизации будет байпасирован, что позволит достичь следующих показателей:

Летнее дизельное топливо с ПТФ меньше – 5 °С будет производиться на протяжении 7–8 месяцев в году;

Зимнее дизельное топливо с ПТФ меньше – 38 °С и температурой помутнения меньше – 28 °С будет производиться на протяжении 4–5 месяцев в году [6, 7].

Основные показатели для летнего и зимнего дизельного топлива указаны в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Требования к летнему дизельному топливу

№	Свойства дизеля	Требование
1	Цетановое число, мин	51.0
2	Цетановый индекс, мин	46.0
3	Плотность при 15 °С, кг/м ³	820–845
4	Содержание полиароматики, %, макс	8.0
5	Содержание серы, мг/кг, макс	10.0
6	Температура вспышки (закрытый тигель), мин	55
7	Коксуемость 10 % остатка перегонки, масс %, макс	0.3

8	Зольность, масс %, макс	0.01
9	Содержание воды, мг/кг, макс	200
10	Содержание примесей, мг/кг, макс	24
11	Испытание на медной пластинке (3 ч при 50 °С)	Класс 1
12	Окислительная стабильность: общее количество остатка, г/м ³ , макс часов), мин	25 20
13	Смазывающая способность, μm , макс	460
14	Кинематическая вязкость при 400 °С, мм ² /с	2.0–4.5
15	Фракционирование: об % при 250 °С, макс об % при 350°С, мин 95 об% при температуре, макс	65 85 360

Таблица 2 – Требования к зимнему дизельному топливу

№	Свойства дизеля	Требование
1	ПТФ, °С, макс	-38
2	Температура помутнения, °С, макс	-28
3	Плотность при 15 °С, кг/м ³	800–840
4	Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	1.4–4.0
5	Цетановое число, мин	47
6	Цетановый индекс, мин	43
7	Фракционирование: об % при 180 °С, макс об % при 360 °С, мин	10 95
8	Температура вспышки (закрытый тигель), мин	30

Исходя из вышеприведенных данных, важно отметить что происходит значительное изменение температур помутнения и застывания, а также уменьшение плотности, цетанового числа и температуры вспышки, по

причине большего содержания низкокипящих компонентов в дизельном топливе.

Выводы

По результатам исследования, для производства зимнего дизельного топлива на существующей установке ГО ДТ не требуется критических изменений, внедрение новейшего реактора с катализатором депарафинизации, позволит переключать установку с производства обычного на производство арктического дизельного топлива в зависимости от рыночного спроса и возможностей НПЗ, а также сократить использования депрессорных присадок и керосина используемого для компаундирования топлива.

Список использованных источников

- 1 **Ахметов, А. Ф., Кондрашева, Н. К., Герасимова, Е. В.** Основы нефтепереработки : Учебное пособие. – Уфа : УГНТУ, 2011. – 301 с.
- 2 СТ ТОО 001140000362-01-003-2018. Технологический регламент. Комбинированная установка Лк-бу. Секция 300/1. Гидроочистка дизельного топлива. – ТОО «ПНХЗ», 2018. – 257 с.
- 3 **Ластовкин, Г. А., Радченко, Е. Д., Рудин, М. Г.** Справочник нефтепереработчика. – Санкт-Петербург : Химия, 1986. – 648 с.
- 4 **Ивашкина, Е. Н., Юрьев, Е.М., Салищева, А. А.** Химическая технология нефти и газа. Конспект лекций : учебное пособие. – Томск : Томский политехнический университет, 2014. – 158 с.
- 5 **Капустин, В. М.** Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы. – М. : Колос, 2007. – 334 с.
- 6 **Капустин, В. М., Рудин, М. Г.** Химия и технология переработки нефти : учебник / Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газы). – М. : Химия, 2013. – 496 с.
- 7 **Дытнерский, Ю. И.** Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. : Химия, 1995. – 400 с.
- 8 **Филимонова, Е. И.** Основы технологии переработки нефти. – Ярославль : ЯГТУ, 2010. – 171 с.
- 9 **Магарил, Р. З.** Теоретические основы химических процессов переработки нефти : учебное пособие для вузов. – 1985. – 280 с.
- 10 **Эрих, В. Н., Расина, М. Г., Рудин, М. Г.** Химия и технология нефти и газа : Учебное пособие для техникумов. – Л. : Химия, 1985. – 408 с.

References

- 1 **Ahmetov, A. F., Kondrasheva, N. K., Gerasimova, E. V.** Osnovy neftepererabotki : Uchebnoe posobie. [Fundamentals of oil refining]. [textbook]. – Ufa : UGNTU, 2011. – 301 p.
- 2 ST TOO 001140000362-01-003-2018. Tehnologicheskij reglament. Kombinirovannaya ustanovka Lk-6u. Sekciya 300/1. Gidroochistka dizelnogo topliva. – TOO «PNHZ», 2018. – 257 p.
- 3 **Lastovkin, G. A., Radchenko, E. D., Rudin, M. G.** Spravochnik neftepererabotchika [Oil Refiner's Guide]. – St.-Petersburg : Himiya, 1986. – 648 p.
- 4 **Ivashkina, E. N., Yurev, E. M., Salisheva, A. A.** Himicheskaya tehnologiya nefi i gaza. Konspekt lekcij : uchebnoe posobie [Chemical technology of oil and gas]. [textbook]. – Tomsk : Tomskij politehnicheskij universitet, 2014. – 158 p.
- 5 **Kapustin, V. M.** Tehnologiya pererabotki nefi. Chast 2. Destruktivnyye processy [Oil refining technology]. – Moscow : Kolos, 2007. – 334 p.
- 6 **Kapustin, V. M., Rudin, M. G.** Khimiya i tekhnologiya pererabotki nefi : uchebnik / Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet nefi i gaza im. I. M. Gubkina (RGU Nefi i Gaza) [Chemistry and technology of oil refining]. – Moscow : Khimiya, 2013. – 496 p.
- 7 **Dytterskiy, Yu. I.** Osnovnye processy i apparaty himicheskoy tehnologii [Basic processes and devices of chemical technology]. – Moscow : Himiya, 1995. – 400 p.
- 8 **Filimonova, E. I.** Osnovy tehnologii pererabotki nefi [Fundamentals of oil refining technology]. Yaroslavl : YaGTU, 2010. – 171 p.
- 9 **Magaril, R. Z.** Teoreticheskie osnovy himicheskikh processov pererabotki nefi – uchebnoe posobie dlya vuzov. [Theoretical foundations of chemical processes of oil refining] : [textbook]. – 1985. – 280 p.
- 10 **Erih, V. N., Rasina, M. G., Rudin, M. G.** Himiya i tehnologiya nefi i gaza – Uchebnoe posobie dlya tehnikumov. [Chemistry and technology of oil and gas] : [textbook]. – L. : Himiya, 1985. – 408 p.

Принято к изданию 15.09.23.

*Р. А. Беисов, М. А. Елубай

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Басып шығаруға 15.09.23 қабылданды.

«ПМХЗ» ЖШС ДИЗЕЛЬ ОТЫНЫН ГИДРОТАЗАРТУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Мақалада мұнай өңдеу өнеркәсібінің гидрокаталитикалық процестерінде қолданылатын технологиялар қарастырылған. Атап айтқанда, «ПМХЗ» ЖШС-де дизель отынын гидротазарту қондырғысын жаңғырту бойынша тиімді ұсыныстар ұсынылды.

Бұл мақала «Депарафинизация блогының интеграциясымен дизель отынын гидротазарту қондырғысын оңтайландыру мүмкіндігін зерттеу» магистрлік диссертациясы аясында әзірленді. Қазіргі уақытта дизель отынының төмен температуралық көрсеткіштерін жақсартудың негізгі шаралары шикізат пулына керосин фракциясын тарту және депрессорлық қоспаларды қосу болып табылады. Алайда, мұндай тәсілдер көбінесе экономикалық тұрғыдан тиімді емес, өйткені керосин фракциясын қолдану реактивті отын өндірісінің төмендеуіне әкеледі, ал депрессиялық қоспалар қымбат санатқа жатады. Мен депарафинизация реакторын енгізе отырып, қолданыстағы қондырғыны қайта құруды және төмен қайнаған компоненттің шығымдылығының артуына байланысты тұрақтандыру бағанының ішкі құрылғыларын Өзгертуді ұсындым. Бұған қоса, гидрокаталитикалық процестердің технологиялық схемалары, соның ішінде біріктірілген депарафинизация қондырғылары туралы толық ақпарат беріледі. Бұл қондырғылар гидротазарту және депарафинизация реакторларын біріктіреді, бұл процестерді оңтайландыруға және мұнай өңдеу тиімділігін арттыруға жаңа мүмкіндіктер береді.

Дизель отынын гидротазартудың қолданыстағы қондырғысы төмен температуралық қасиеттері жақсартылған дизель отынын алу мақсатында жаңғыртылуға жатады.

Кілтті сөздер: депарафинизация, дизель отыны, гидротазарту, реактор, катализатор.

*R. A. Beisov, M. A. Elubay

Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Accepted for publication on 15.09.23.

OPTIMIZATION OF DIESEL FUEL HYDROTREATING PLANT OF «POCR» LLC

The article discusses the technologies used in the hydrocatalytic processes of the oil refining industry. In particular, effective recommendations for the modernization of the existing diesel fuel hydrotreating plant at «POCR» LLC are proposed.

This article was developed within the framework of the master's thesis «Study of the possibility of optimizing a diesel fuel hydrotreating unit with the integration of a dewaxing unit». At the moment, the main measures to improve the low-temperature performance of diesel fuel are the involvement of kerosene fraction in the raw material pool and the addition of depressant additives. However, such approaches often turn out to be economically unprofitable, since the use of kerosene fraction leads to a decrease in the production of jet fuel, and depressant additives are classified as expensive. I have proposed a reconstruction of the existing installation, with the introduction of a dewaxing reactor and a change in the internal devices of the stabilization column, due to an increase in the output of the low-boiling component. In addition, detailed information is provided on the technological schemes of hydrocatalytic processes, including combined dewaxing units. These plants combine hydrotreating and dewaxing reactors, which provides new opportunities for optimizing processes and improving the efficiency of oil refining.

The current diesel fuel hydrotreating plant is subject to modernization in order to obtain diesel fuel with improved low-temperature properties.

Keywords: dewaxing, diesel fuel, hydrotreating, reactor, catalyst.

Теруге 15.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,13 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,90.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4185

Сдано в набор 15.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

2,13 МБ RAM

Усл. п. л. 9,90. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4185

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz