

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Оценка возможности увеличения производительности установки
гидроочистки Л-24-6**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 252 группы

направления 18.04.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Сиренко Александра Владимировича

Научный руководитель

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И Кузьмина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2023 год

ВВЕДЕНИЕ

Дизельное топливо, как автомобильный бензин и топочный мазут является одними из важнейших продуктов нефтеперерабатывающей промышленности. Судя по данным Министерства энергетики на 2022 год в России произведено 85,14 млн т дизельного топлива, в сравнения 42,58 млн т автомобильного бензина всех марок и 40,4 млн т топочного мазута. Приведенная статистика говорит о высоком спросе на дизельное топливо по сравнению с другими видами топлив. Это можно объяснить тем, что дизельное топливо используется в множестве двигателей различной техники. Такая распространенность возможна благодаря относительно невысокой стоимости дизельного топлива, а также его эксплуатационным качествам.

Гидроочистка является важнейшим вторичным процессом в нефтеперерабатывающей промышленности, который необходим для обеспечения высокого качества дизельного топлива. Современные нефтеперерабатывающие заводы сложно представить без установок гидроочистки. Этот процесс направлен на очистку нефтепродуктов от нежелательных соединений, таких как сера, азот, кислород и металлы, которые могут негативно влиять на работу двигателя и приводить к нежелательным выбросам вредных веществ в атмосферу.

Гидроочистка позволяет получить чистое дизельное топливо с высокими показателями смазывающей способности и низким содержанием вредных веществ, что обеспечивает эффективную работу двигателя и длительный срок его эксплуатации. Таким образом, гидроочистка играет важную роль в современной нефтеперерабатывающей промышленности и является неотъемлемой частью процесса производства качественного дизельного топлива.

Для гидроочистки средних дистиллятов применяется установка Л-24-6, которая осуществляет гидрирование органических соединений серы, азота и

кислорода, а также непредельных углеводородов, содержащихся в сырье. Этот процесс происходит в среде водородсодержащего газа. Установка позволяет значительно улучшить качество дизельного топлива, снизить содержание вредных веществ, повысить стабильность и цетановое число, а также незначительно снизить температуру застывания и вязкость.

Установка Л-24-6 состоит из двух параллельно работающих потоков, это дает возможность одновременного использования разного сырья и производства разной продукции.

Актуальность данной работы связана с максимальным использованием производственных ресурсов выпуска высококачественного дизельного топлива с более низкой себестоимостью и с увеличением прибыли для нефтеперерабатывающего предприятия.

В связи с прогрессирующим ростом автомобильного парка в России, за последние 10 лет который увеличился практически в полтора раза, выросла потребность в качественном дизельном топливе, тем самым ставятся определенные задачи по производству дизельного топлива, отвечающего всем современным требованиям:

- увеличение глубины переработки нефти для получения максимального выхода светлых продуктов, в частности дизельных фракций;
- повышение производительности технологических установок;
- снижение затрат на производство продукции высокого качества, за счет внедрения высокоэффективных проектов и максимально эффективного использования ресурсов.

Увеличение глубины переработки нефти и повышение производительности технологических установок влечет за собой существенные затраты, что оказывает влияние на увеличение себестоимости выпускаемой продукции.

Объектом магистерской работы является установка гидроочистки прямогонных средних дистиллятов (180 – 360 °С) Л-24-6.

Предметом исследования является изменение основных параметров процесса действующей установки Л-24-6.

Цель исследования заключается в изучении возможности увеличения выхода дизельного топлива. При этом следует получать продукты с содержанием серы, соответствующим современным стандартам (<10 ppm).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать влияние выхода дизельного топлива от увеличения объемной скорости подачи сырья.
2. Выяснить зависимость повышения расхода свежего сырья на температуру процесса гидроочистки фракции $180-360$ °С.
3. Выявить зависимость содержания серы в дизельном топливе от температуры в реакторе.
4. Определить влияние повышения объемной скорости подачи сырья на содержание серы в дизельном топливе.
5. Оценить влияние увеличения температуры процесса гидроочистки на выход дизельного топлива.
6. Оценить возможность работы технологического оборудования работы на увеличенной нагрузке.

Исследования проводились в производственных условиях на установке Л-24-б в процессе гидроочистки фракции нефти выкипающей при $180-360$ °С.

Научная новизна

Научная новизна заключается в:

- установлении зависимости содержания серы в товарном продукте от основных параметров процесса гидроочистки - температуры процесса и объемной скорости (времени контакта) подачи сырья в реактор;

- выявлении закономерностей выхода качественного малосернистого дизельного топлива от объемной скорости подачи исходной дизельной фракции в реакторы процесса гидроочистки;

- определении зависимости между скоростью подачи сырья и температурой, которую необходимо поднимать на входе в реактор;

- подборе технологических параметров реакторного блока для обеспечения максимального выхода дизельного топлива, применимых для конкретной установки

Практическая значимость работы заключается в увеличении выхода дизельного топлива (на 8 м³/ч), отвечающего всем современным требованиям качества. Повышение производительности установки предполагается за счет изменения технологических параметров без внесения конструктивных изменений.

Основное содержание работы

Дизельное топливо выполняет не только свою основную задачу - обеспечение производства энергии при сгорании, но также имеет и другие важные функции, связанные с работой дизельных двигателей. Одна из таких функций - охлаждение прецизионных узлов топливной системы, включая топливные форсунки и топливный насос. Это важно для того, чтобы снизить риск износа и повреждения этих узлов и продлить их работоспособность.

Кроме того, дизельное топливо выполняет функцию смазки топливной системы. Это особенно важно для топливных систем высокого давления, где требуется высокая точность и регулирование работы. Смазка помогает поддерживать эффективность работы системы и защищает ее от износа и повреждения.

Наконец, дизельное топливо играет важную роль в регулировании параметров выхлопа на дизельных двигателях с контролем эмиссии вредных веществ. Различные добавки к топливу помогают снизить количество выбросов и повысить экологическую безопасность. Таким образом, дизельное топливо выполняет несколько важных функций, что является важным аспектом его использования в дизельных двигателях.

Дизельное топливо в России, как правило, классифицируется по стандартам, определённым двумя документами: принятым в 2011 году техническим регламентом Таможенного союза и ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009). Характеристиками, которыми определяют маркировку, являются: предельная температура фильтруемости, а так же содержание в составе сернистых соединений. При оформлении паспорта качества дизельного топлива берутся во внимание такие показатели как цетановое число, содержание воды, соответствие пределам вязкости.

Процесс маркировки заключается в последовательном указании литературных или цифровых сокращений, которые определяют вид топлива, условия его использования, класс экологической безопасности и количество содержания серы на килограмм продукта. Маркировка является важной

составляющей процесса продажи топлива, который позволяет определить его качество и соответствие требованиям потребителей и экологических стандартов.

Пример: Дизельное топливо ЕВРО, межсезонное, сорта А (В, С, D), экологического класса К5 (К4, К3) марки ДТ-А-К5 (К4, К3) по ГОСТ 32511-2013 или ДТ-Л-К5.

ДТ обозначает вид продукта – горючее топливо для дизельных двигателей.

Следующим символом является заглавная буква (Л, Е, З, А). Она указывает на условия, в которых рекомендуется применять продукт. Данный параметр указывает на предельную температуру фильтруемости топлива, то есть ту температуру при которой оно будет двигаться в топливной системе бесперебойным потоком.

- Л — летнее (А, В, С, D),
- Е — межсезонное (Е, F),
- З — зимнее (0, 1, 2, 3),
- А — арктическое (4).

На начало исследования загрузка по 1 блоку установки составляла 162 м³/ч. Температура на входе в реактор Р-2 была равна 353°С. Циркуляция ВСГ-45000 м³/ч. Содержание серы в исходном сырье в диапазоне от 0,852 до 0,898 масс %. При таких параметрах получен стабильный гидрогenezат с содержанием серы 8.5ppm. Выход стабильного гидрогenezата составил 159.4 м³/ч.

Общий объем двух реакторов составляет 297 м³. Объем всех катализаторов составляет 222 м³. Объем целевого катализатора гидроочистки составляет 183,0 м³. Используется катализатор фирмы HaldorTopsoe (ТК-568 BRIM) (Рисунок 1).



Рисунок 1 — Катализатор ТК-568 BRIM.

ТК-568 — это основной катализатор нового поколения, специально разработанный для дизельного топлива со сверхнизким содержанием серы и керосина. Обеспечивает высокую гидрообессеривающую активность и стабильность при переработке как прямогонных, так и крекинговых дистилятных фракций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены исследования влияния параметров процесса (объемной скорости подачи сырья в реактор, время контакта и температура процесса) на вывод и содержание серы в товарном продукте, полученном в производственных условиях на установке Л-24-6 процесса гидроочистки дизельной фракции нефти, выкипающей при 180- 360 °С.

2. Выявлены закономерностей выхода качественного малосернистого дизельного топлива (с содержанием серы не более 10 ppm) от объемной скорости подачи исходной дизельной фракции в реакторы процесса гидроочистки и необходимой температуры реакционной смеси на входе в реактор.

3. Подтверждена возможность увеличения выхода гидроочищенного дизельного топлива на 8 м³/ч, с сохранением качества за счет подбора оптимального температурного режима на реакторном блоке установки при увеличении скорости подачи сырья с 162 м³/ч до 170 м³/ч.

4. Установлено, что технологическое оборудование по своим паспортным характеристикам может эксплуатироваться на максимально достижимой загрузке сырья в 170 м³/ч. Для усиления контроля при работе на максимальной температурной нагрузке (368 °С на выходе из Р-3) необходимо усилить контроль за температурой выхода из Р-3. Рекомендуется установить сигнализацию по верхнему уровню.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic> (дата обращения 05.04.2023)
2. Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту № ТР ТС 013/2011 [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902307833> (дата обращения 05.04.2023)
3. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа, и твердых горючих ископаемых: Учебное пособие // С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. Под ред. С.А. Ахметова. – СПб.: Недра, 2009. – 832 с.
4. Гуров Ю.П., Гурова А.А. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке: учебное пособие // Ю.П. Гуров, А.А. Гурова. – Тюмень.: ТИУ, 2018. – 73 с.
5. Багдассаров Л.Н. Популярная нефтепереработка: учебное пособие // – Багдассаров Л.Н. – М.: Платформа, 2016. – 59 с.
6. Кукурина О.С. Технология переработки углеводородного сырья: учебное пособие // О.С. Кукурина, А.А. Ляпков. – СПб.: Лань, 2020. – 168 с.
7. Бахарев М.С. Технологические процессы и оборудование для переработки углеводородов: справочник // П.М. Сорокин. – Тюмень.: ТюмГНГУ, 2013. – 420 с.
8. Патент №2313392 (RU). Катализатор гидрообессеривания дизельной фракции и способ его приготовления; авторы Климов Олег Владимирович, Аксенов Дмитрий Григорьевич, Коденев Евгений Геннадьевич, Ечевский Геннадий Викторович, Бухтияровагалина

- Александровна, Полункин Яков Михайлович, Пашигрева Анастасия Викторовна; патентообладатель Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук; дата подачи заявки: 13.10.2006; Оpubл. 27.12.2007
9. Логинов С.А., Капустин В.М., Луговской А.И., Рудяк К.Б., Лебедев Б.Л. Промышленное производство высококачественных дизельных топлив с содержанием серы 0.035 и 0.05 % // Нефтепереработка и нефтехимия. Научнотехнические достижения и передовой опыт. – 2001. № 11. - 61 с.
 10. Орочко Д.И. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке/ Д.И. Орочко, А.Д. Сулимов, Л.Н. Осипов. - М.: Химия, 1971.-352 с.
 11. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти / П. Г. Баннов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2000. – 224 с
 12. Смидович, Е.В. Технология переработки нефти и газа: учебное пособие // Е.В. Смидович. - М.: Химия, 1980. - 328 с.
 13. Технологический регламент установки гидроочистки Л-24-6 ПАО Саратовский НПЗ в ред. от 2019 года. – 288 с.
 14. Патент РФ 2305593. Ечевский Г. В., Кленов О. П. Реактор для каталитического получения бензина и дизельного топлива. Приоритет от 17.02.2006; Оpubл. 10.09.2007.
 15. Патент РФ 2187537. Луговской А.И., Логинов С.А., Рудяк К.Б. Установка гидроочистки нефтяного сырья. Приоритет от 29.05.2001. Оpubл. 20.08.2002
 16. Патент РФ 2005765. Талисман Е.Л., Сергиенко С.А., Насиров Р.К. Способ получения малосернистого дизельного топлива. Приоритет от 12.12.1991. Оpubл. 15.01.1994.
 17. Topsoe [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <https://www.topsoe.com/processes/green-hydrogen/tk-568-brim> (дата обращения 05.04.2023)

18. Солодова Н.Л., Черкасова Е.И. Тенденции развития нефтепереработки в России. / Солодова Н.Л., Черкасова Е.И. // Вестник технологического университета. - 2016. -№ 21. – 63с.
19. Исследование российского рынка нефтепродуктов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: https://journal.safbd.ru/sites/default/files/articles/journal_sfs_safbd_2019-5-24-27.pdf (дата обращения 05.04.2023)