

УДК 66.045.7

Алмагамбетова М.Ж., кандидат технических наук, доцент
Смағұл Е.Қ., магистрант
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,
г. Уральск, Республика Казахстан

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕАКТОРА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация

В статье рассматривается общая характеристика, содержание, практическая значимость процесса гидроочистки дизельного топлива.

Дизельное топливо пользуется устойчивым спросом во многих отраслях промышленности Республики Казахстан. Баланс потребления дизельного топлива показывает, что объём его производства еще недостаточен для полного обеспечения потребителей и объём импорта составляет от 10% до 15% от общего объёма потребления. Отечественные нефтеперерабатывающие мощности пока не обеспечивают внутренний рынок светлыми нефтепродуктами в полной мере. На данный момент дефицит по нефтепродуктам закрывается импортом из России. Поэтому производства светлых нефтепродуктов высокого качества является актуальной задачей отечественных производителей.

Технологическое назначение секции гидроочистки - переработка сырьевой смеси, в состав которой входят фракция газойлевая прямогонная, компонент дизельного топлива (легкий вакуумный газойль) и компонент светлых нефтепродуктов (верхний погон вакуумной колонны), содержание сернистых соединений в которых превышает допустимые нормы, в товарный продукт - компонент дизельного топлива с ультранизким содержанием сернистых соединений. Гидроочистка осуществляется в среде циркулирующего водородсодержащего газа. Обеспечение секции подпиточным водородом осуществляется с блока гидроочистки нефти.

Отпарка легких компонентов от гидрогенерата выполняется по одноклонной схеме. В качестве отпаривающего агента в колонну подается водяной пар.

***Ключевые слова:** депарафинизация, гидроочистка, катализ, дизельное топливо, цеолит, нефтепродукты.*

Нефтеперерабатывающая промышленность республики Казахстан представлена тремя нефтеперерабатывающими заводами (НПЗ): Атырауским нефтеперерабатывающим заводом (АНПЗ), Павлодарским нефтехимическим заводом (ПНХЗ) и Шымкентским нефтеперерабатывающим заводом («ПетроКазахстан Ойл Продактс», ПКОП), деятельность которых имеет важное значение для экономики республики и покрытия потребностей потребителей в нефтепродуктах.

Совокупный объём переработки нефти на нефтеперерабатывающих предприятиях Казахстана за 2016-2017 годы увеличился почти на 84 % и достиг 14300 тыс. тонн. При этом объём переработки нефти на АНПЗ и ПКОП вырос по сравнению с 2010 годом на 97 % и 35,6 % соответственно. Объём переработки на ПНХЗ возрос более чем в 2 раза.

В настоящее время в нефтеперерабатывающей промышленности, в связи с ужесточением экологических показателей, всё более высокие требования предъявляются к качеству нефтепродуктов. Для Казахстана, учитывая ее климатические условия, особенно остро стоит вопрос об обеспечении промышленности высококачественными низкозастывающими нефтепродуктами. В связи с этим задача производства низкозастывающих топлив и масел, удовлетворяющих современным и перспективным экологическим требованиям, особенно актуальна. Ухудшение низкотемпературных свойств обусловлено присутствием в нефтяных фракциях нормальных и слаборазветвленных парафинов. Эти компоненты могут быть удалены в процессе депарафинизации. Дезактивация катализаторов в крупнотоннажных процессах – главная проблема, на решение которой приходится 90 % инвестиций в области катализа. Одной

из основных причин потери активности и стабильности гетерогенных катализаторов являются отложения кокса на их поверхности в результате протекания реакций полимеризации и поликонденсации [1].

Актуальность проблемы заключается в том, что дизельное топливо пользуется устойчивым спросом во многих отраслях промышленности Республики Казахстан. Баланс потребления дизельного топлива показывает, что объём его производства еще недостаточен для полного обеспечения потребителей и объём импорта составляет от 10 % до 15 % от общего объёма потребления. Отечественные нефтеперерабатывающие мощности пока не обеспечивают внутренний рынок светлыми нефтепродуктами в полной мере. На данный момент дефицит по нефтепродуктам закрывается импортом из России.

Технологическое назначение секции гидроочистки – переработка сырьевой смеси, в состав которой входят фракция газойлевая прямогонная, компонент дизельного топлива (легкий вакуумный газойль) и компонент светлых нефтепродуктов (верхний погон вакуумной колонны), содержание сернистых соединений в которых превышает допустимые нормы, в товарный продукт – компонент дизельного топлива с ультранизким содержанием сернистых соединений [1].

Очистка от сернистых и азотсодержащих соединений прямогонных нефтяных фракций до требуемого показателя содержание серы не более 7 ppm может быть обеспечена за один проход в реакторе гидроочистки. Процесс гидроочистки смоделирован с учетом загрузки в реактор катализатора производства одной из ведущих фирм – поставщиков катализаторов гидроочистки: UOP, Haldor Topsoe, Axens.

Гидроочистка осуществляется в среде циркулирующего водородсодержащего газа. Отпарка легких компонентов от гидрогенизата выполняется по одноколонной схеме. В качестве отпаривающего агента в колонну подается водяной пар.

Очистка циркулирующего водородсодержащего газа от сероводорода осуществляется в контакторе. По конструкции контактор является колонным аппаратом, который оборудован пакетом насадки для обеспечения необходимой площади контакта между циркулирующим водородсодержащим газом и абсорбентом. В качестве абсорбента используется 25 % раствор диэтанолamina ДЭА.

Основной продукцией секции является фракция газойлевая гидроочищенная, по показателям качества соответствующая требованиям СТ РК ГОСТ Р 52368-2009/ГОСТ Р 52368-2005 «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия» и Техническому регламенту таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011) для класса К5.

Таблица 1 – Показатели качества фракции газойлевой гидроочищенной

Наименование продукта	Показатели качества	Величина качественного показателя		
		По ГОСТ Р 52368- 2009	По ТР ТС 013/2011 для класс 5	По
Фракция газойлевая гидроочищенная, класс К5	Плотность при 15 °С, кг/м ³	820-845	Не нормируется	
	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	55	55 (для летнего ДТ) 30 (для зимнего ДТ)	
	Температура застывания, °С	Не нормируется	Не нормируется	М
	Кинематическая вязкость при 40 °С, сСт	2,00-4,50	Не нормируется	
	Полициклические ароматические углеводороды, % масс., не более	11	8	Не
	Цетановое число, не менее	51,0	Не менее 51 (для летнего ДТ) 47 (для зимнего и арктического ДТ)	
	Содержание серы, мг/кг, не более	350(для топлива I вида) 50 (для топлива II вида) 10 (для топлива III вида)	Не более 10 мг/кг	(не

Процесс гидроочистки основывается на реакциях умеренной гидрогенизации, протекающих на катализаторе в присутствии водородсодержащего газа, в результате которых происходит преобразование органических соединений серы, азота, кислорода с выделением сероводорода, аммиака и воды, олефины преобразуются в более стабильные углеводороды в зависимости от их природы в исходном сырье [2].

Одновременно с реакциями разрушения сернистых, азотистых и кислородсодержащих органических соединений и насыщения непредельных углеводородов протекают многочисленные реакции: изомеризация нафтеновых и парафиновых углеводородов, гидрирования ароматических углеводородов, гидрокрекинга и другие.

Соединения, содержащие металлы, разрушаются в среде водорода, при этом металлы отлагаются на катализаторе, углеводородная часть остается в гидрогенизате и углеводородном газе.

При стабилизации гидрогенизата сернистые, азот- и кислородсодержащие соединения удаляются с кислой водой и с насыщенным раствором диэтанолamina на блоке очистки водородсодержащего газа с последующей их переработкой на объектах предприятия.

В зависимости от строения (меркаптаны, сульфиды ациклического или циклического строения, дисульфиды и простые тиофены, бензотиофены) сернистые соединения при гидроочистке превращаются в парафиновые или ароматические углеводороды с выделением сероводорода [3].

Из всех сернистых соединений легче всего гидрируются меркаптаны, сульфиды, труднее всего – тиофены. При одних и тех же условиях первые гидрируются на 95 %, степень гидрирования тиофенов составляет 40-50 %.

Скорость гидрообессеривания уменьшается с увеличением молекулярного веса нефтяных фракций. Прямогонные компоненты дизельного топлива характеризуются более высоким молекулярным весом и содержанием сернистых соединений, близких к тиофену, поэтому очищается тяжелее, нежели бензиновые и керосиновые фракции.

Очистка нефтепродуктов от сернистых примесей гидрированием может достигать большой глубины, но фактором, лимитирующим глубину сероочистки, является только скорость реакции гидрирования. Скорость реакции гидрирования уменьшается по мере утяжеления фракционного состава сырья. На скорость гидрирования сернистых соединений оказывает влияние наличие в сырье азотистых, смолистых соединений. Циклические соединения наиболее трудно поддаются превращениям.

Гидроочистка сернистых нефтепродуктов прямой перегонки нефти протекает с относительно небольшим выделением тепла – от 50 до 84 кДж/кг [4].

Основным аппаратом процесса гидроочистки является прямоточный реактор, состоящий из двух пакетов загрузки катализатора. Модернизация реактора заключается в том, что наряду с реакциями гидроочистки протекают реакции депарафинизации. Депарафинизация осуществляется путем внедрения катализатора Hydex – G во второй пакет реактора загрузки катализатора (Рисунок 1).

HYDEX-G – это катализатор для селективного крекинга парафиновых углеводородов в составе среднестиллятного исходного сырья. Функцию крекинга в катализаторе выполняет твёрдокислотный ингредиент, основанный на цеолите со средним размером пор, который в зависимости от формы реагента дифференцирует молекулы изопарафина и нормального парафина. Расположен катализатор депарафинизации в верхней части 2-й полки. Это даёт следующее преимущество: становится возможным более независимое регулирование глубины крекинга за счёт снижения температуры квенчем, при этом если температура катализатора ГО на второй полке по какой-либо причине недостаточна, то она может быть скорректирована некоторым повышением температуры на первой полке, что оптимизирует и сделает более согласованной работу ГО и ГДП без излишней потери выхода ДТ. Таким образом имеет место эффект молекулярного фильтра для селективного крекинга линейных парафиновых молекул в порах цеолита.

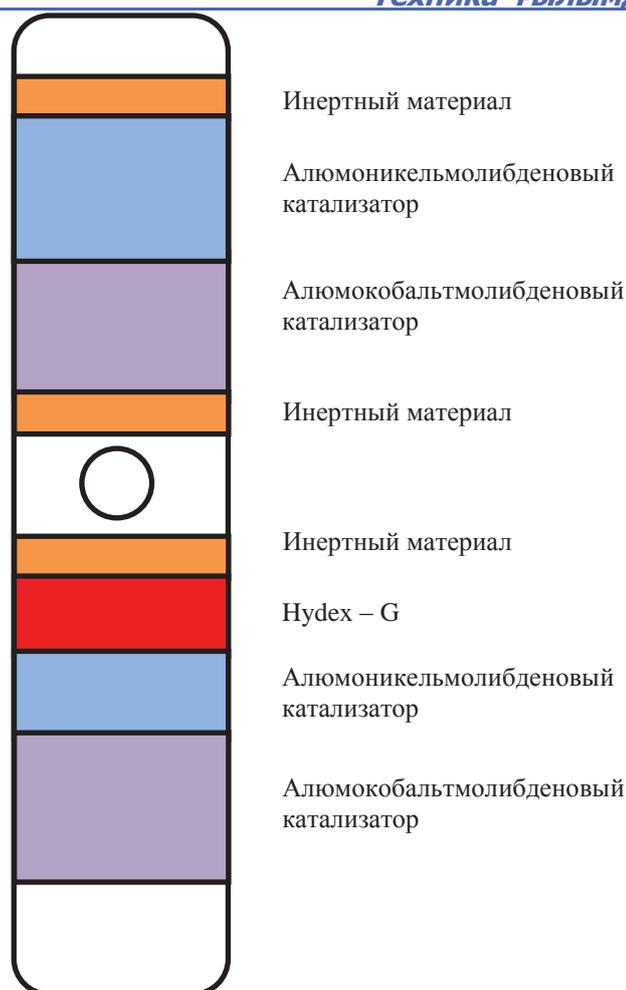


Рисунок 1 – Схема загрузки катализатора и инертного материала

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что модернизированный реактор позволит в совокупности с катализаторами гидроочистки и гидродепарафинизации производить высококачественное низкозастывающее дизельное топливо в относительно «мягких» условиях. Таким образом, процессы получения экологически чистых продуктов, соответствующих современным стандартам, с использованием катализаторов гидродепарафинизации нового поколения являются весьма актуальными и могут быть реализованы на многих нефтеперерабатывающих предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Смирнов В.К., Насырова Л.А., Бабынин А.А. Нефтепереработка и нефтехимия // Мир нефтепродуктов. – 2006. – №6. - URL: <http://www.neftemir.ru/modules/news/article.php?storyid=48>
- 2 Ахметов С.А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа. – СПб.: Недра, 2006. – 868 с.
- 3 Омаралиев Т.О. Мұнай мен газдан отын өндіру арнайы технологиясы. – М.: Химия, 2005. – 360 б.
- 4 Жаров О.А., Лавров В.Л. Современные методы переработки нефтешламов // Экология производства. – 2004. – №5. – С.43-51.
- 5 Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. – М.: Университет, 2008. – 280 с.

ТҮЙІН

Мақала дизель отынын гидротазарту процесінің жалпы сипаттамаларына, мазмұнына, практикалық маңыздылығына арналған.

Қазақстан Республикасының көптеген салаларында дизель отыны сұранысқа ие. Дизель отынын тұтыну балансы тұтынушылардың толық көлемде қамтамасыз етілуіне қарамастан өндіріс көлемі әлі де жеткіліксіз екенін көрсетеді және импорт көлемі тұтынудың жалпы көлемінен 10% -дан 15% -ға дейін. Ішкі қайта өңдеу қуаты ішкі нарыққа жеңіл мұнай өнімдерімен толық көлемде қол жеткізе алмайды. Қазіргі уақытта мұнай өнімдерінің тапшылығы Ресейден импортпен жабылады. Сондықтан жоғары сапалы жеңіл мұнай өнімдерін өндіру отандық өндірушілердің өзекті міндеті болып табылады.

Процесс тағайындау бөлім гидротазалау - тікелей іске қосу газ мұнай фракциясының құрамына шикізат қоспасын өңдеуге, дизель top-liva компоненті (жеңіл вакуумдық газойль) және жеңіл мұнай компоненті (әуелік вакуумдық мұнара), күкірт қосылыстарының мазмұны, коммерциялық өнімді рұқсат етілген шегінен - ультра төмен күкіртті қосылыстармен дизель компонент. Гидрофинг айналымдағы сутегі бар газбен жүзеге асырылады. Қамтамасыз ету бөлімі макияж сутегі нафта сутекпен тазалау қондырғысының отырып жүзеге асырылады.

Гидрогенизациялау жарық компоненттерін аршу бір жолы диаграмма арқылы жүзеге асырылады. Су буы колонка ретінде абразивті агент ретінде жеткізіледі.

RESUME

The article deals with common property, essence, practical significance of the hydroelectric process of diesel fuel.

Diesel fuel is used successfully in the multidimensional productions of the Republic of Kazakhstan. The balance of consumption of the diesel fuel is reflected in the fact that the state of the whole production is not sufficient for full support of consumers and imports of 10% to 15% of the total consumption of the total. Domestic oil refining products are still lacking in the domestic market with light petroleum products in full swing. At the moment the deficit of petroleum products is closed by import from Russia. The high production of high-quality petroleum products is the top priority for domestic producers.

The technological designation of the hydrotreating section is the processing of the raw meal mixture, which includes a gas oil fraction, a component of diesel fuel (light vacuum gas oil) and a component of light oil products (vacuum column overhead), the content of sulfur compounds in which exceeds the permissible standards, into commercial product - a component of diesel fuel with ultra-low content of sulfur compounds. Hydrofining is carried out in a circulating hydrogen-containing gas. Provision of the section with make-up hydrogen is carried out from the hydrotreating unit of naphtha.

The stripping of light components from hydrogenate is carried out by a single-column scheme. Water vapor is supplied to the column as the stripping agent.