УДК 665.642.3

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УСТАНОВОК КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

EXPANSION OF THE RAW MATERIAL BASE OF CATALYTIC CRACKING PLANTS

В.С. Пименова, Э.К. Аминова

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал, г. Салават, Российская Федерация
Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал, г. Стерлитамак, Российская Федерация

Valeria S. Pimenova, Elmira K. Aminova

Ufa State Petroleum Technological University, Branch,
Salavat, Russian Federation
Ufa State Petroleum Technological University, Branch,
Sterlitamak, Russian Federation

e-mail: k.elmira.k@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности вакуумной перегонки мазута для получения лёгкого и тяжёлого вакуумного газойля и дизельного топлива путем каталитического крекинга. Крекинг-процесс – это переработка нефти для получения моторного топлива или других горюче-смазочных материалов.

Приведены данные о состоянии процесса крекинга на сегодняшний день, а также тенденции развития данного процесса в нашей стране. Вопрос о качественной и полномасштабной переработке добытой нефти имеет огромное значение для предприятий, основная деятельность которых сосредоточена на производстве органических углеводородов. Сегодня ни



одна из промышленных отраслей, а также многие сферы обслуживания не обходятся без разнообразных продуктов, таких как топливо и смазочные материалы, производимые из природного сырья.

Каталитический крекинг является лучшим процессом для увеличения октанового числа нафты крекинга.

Целью работы является обоснование применения процесса каталитического крекинга для увеличения глубины переработки нефти.

Abstract. The article discusses the features of obtaining light and heavy vacuum gas oil, and obtaining diesel fuel by catalytic cracking. The cracking process is the refining of oil to obtain motor fuel or other fuels and lubricants.

The data on the state of the cracking process today, as well as trends in the development of this process in our country are presented. The issue of high-quality and full-scale oil refining is of great importance for enterprises. Today, none of the industrial sectors, as well as many service sectors, do not do without a variety of products - fuels and lubricants made from natural raw materials.

Catalytic cracking is the best process for increasing the octane number of cracked naphtha. The aim of this work is to substantiate the application of the catalytic cracking process to increase the depth of oil refining.

Ключевые слова: каталитический крекинг; дизельное топливо; мазут; вакуумный газойль; прямогонный бензин

Keywords: catalytic cracking; diesel fuel; fuel oil; vacuum gas oil; straightrun gasoline

На территории страны функционирует немало нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), при этом к числу крупных нужно отнести 28 объектов, тогда как почти 300 формируют группу мини-НПЗ.



В общей сложности природная нефть перерабатывается в России в течение года в объеме 271 млн т.

В настоящее время перед российскими НПЗ поставлены следующие задачи:

- 1) поднять и удержать качество полученной из нефти отечественной продукции по стандартам Технического регламента;
 - 2) перерабатывать нефть, усиливая глубину всех операций;
- 3) проводить целенаправленную модернизацию находящихся в эксплуатации установок, где обеспечена глубокая нефтепереработка сырья;
 - 4) обеспечение заданной экологической, промышленной безопасности;
 - 5) вывод из эксплуатации морально изношенного оборудования.

Удручает, что в РФ практика НПЗ по глубине переработки нефти на данный момент ориентируется на оптимальность показателя на уровне 70–71 %, тогда как страны со статусом экономически развитых равняются на значение 85–95 %. Не менее важно, что масло и дизельное топливо становятся все более востребованной продукцией при условии безупречной высоты ее качества. В стране существуют позитивные перспективы по углублению операций нефтепереработки до показанных за рубежом величин, если освоить гидрогенизацию.

Гидроочистка сырья для установки каталитического крекинга с псевдоожиженным слоем улучшает выход и качество нафты, а также снижает содержание оксида серы выбросов из установки каталитического крекинга, но обычно это процесс высокого давления, и, кроме того, одной обработки серы в исходном сырье может быть недостаточно для соответствия будущим стандартам производительности бензина.

Решение направить вакуумный газойль на этап гидрокрекинга доказало свою перспективность. Процесс гидрокрекинга нефтяного сырья позволяет перерабатывать тяжелые нефтяные остатки и получать дизельное топливо, авиационный керосин, прямогонный бензин высокого качества. Преимущество данного процесса перед другими процессами глубокой



переработки нефтяного сырья в возможности получать широкий ассортимент нефтепродуктов, среди которых бензин, реактивное и дизельное топливо, а также сжиженные газы С3-С4. Гидрокрекинг вакуумного газойля — это перспективный и экономически эффективный процесс нефтепереработки [1].

На рисунке 1 представлена схема гидрокрекинга.

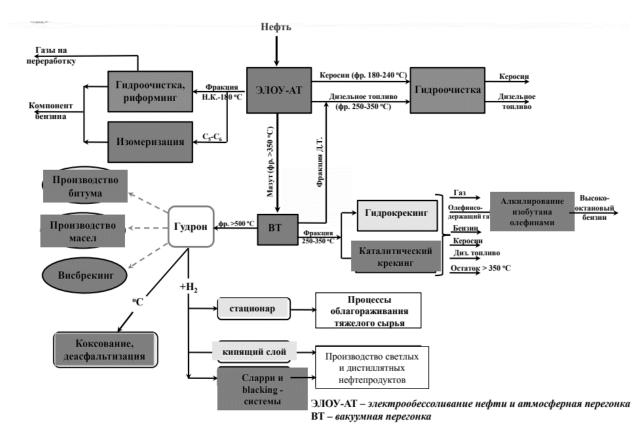


Рисунок 1. Схема гидрокрекинга

Мазут на вакуумной установке перегоняется в ходе процессов, ориентированных на получение топлива как основного вида продукции. Здесь отделяются две фазы газойля: тяжелая и легкая. Обе фазы неоднородны по включенным в состав фракциям, а также на выходе присутствует гудрон и затемненная фракция.

На рисунке 2 представлена схема вакуумной перегонки мазута.



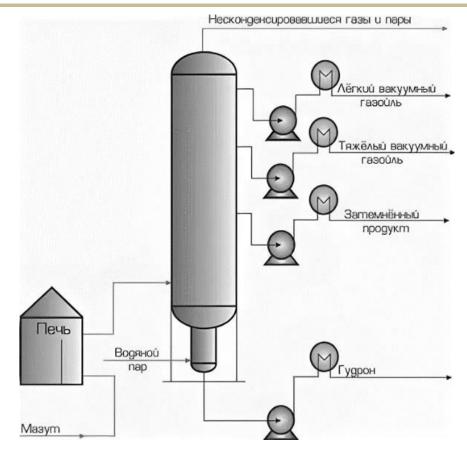


Рисунок 2. Схема вакуумной перегонки мазута

Нефть, прошедшая первичную перегонку, поступает на дальнейшую переработку, а как остаток получают мазут.

Допустимо переработать вакуумный газойль на установках, где происходит не только каталитический, но и термический крекинг.

Как сырье для вакуумной установки пригодно несколько типов мазута.

1. Топочный – известен как основной продукт фракции мазутов, используется как жидко-топливных двигателей. Нашел применение при генерации пара в стационарно установленных котлах, для работы печей в промышленности, востребован флоте, отдельных видах на позиционируется как топливо моторных и энергетических установок. По виду топливо относится к нефтяному. Производство топочного мазута обеспечивается НП3 сегодня ходе перегонки сырья ИЛИ высокотемпературных видов переработки любой полученной из нефти фракций как промежуточных в отношении готового продукта (все виды крекинга).



2. Прямогонный — в составе к остаткам природной нефти примешиваются фракции с низкими показателями вязкости, а также углеводороды с большой молекулярной массой. Такой мазут недостаточно вязок, из-за чего качество поддерживается особой добавкой: дистилляторы вводятся в тяжелый остаток.

Перегонка сырья до бензинов происходит на вторичном блоке, где продукт имеет параметры: н.к.–62, 62–85, 85–120 и 120–140 °C.

Объем мазута, прогретого в печах до 420 °C, разделяется на фракции, поступив в вакуумную колонну. Это сырье поступает колонныректификатора, тогда как в вакуумной колонне уже производятся более чистые фракции: из нижней части собирают гудрон, откуда подается в печь, чтобы при температуре 475 °C частично начался крекинг. После фракция направляется в пространство герметичного испарителя, где выдержано давление в 5 кгс/см и температурный фактор на уровне 435 °C.

В испарителе жидкая фаза опускается вниз, затем отводится на охлаждение, происходящее на теплообменных блоках утилизации. После фаза включается в смесь, где уже присутствует компонент мазута, полученный на крекинге с катализаторами, и уходит из переработки.

Из пространства испарителя отводя фазу пара, чтобы подать во фракционирующую колонну, где выдержано давление 4,5 кгс/см, тогда как температурный фактор резко отличается внизу и на вершине (370 °C и 157 °C).

При этом отвод произведенного гудрона идет на выпуск битумных покрытий для дорог. Скопившийся на верху фракционирующей колонны продукт на стадии конденсата подается на каталитический крекинг из-за ценности как сырья. Дизельное топливо представляет собой отдельную фракцию, отбор которой происходит основной ректификатора, и перекачивается в отпарную колонну. Здесь фракция дизельного топлива выходит из нижней части на холодильник, где температура падает до 90 °С, а продукт отводится на защелачивающие реакции, объединившись с



потоком дизельного топлива, поступившего после крекинга на катализаторах.

Информация показывает, что каталитический и термический крекинг, как способы производства дизельного топлива, служат предпосылкой неравнозначности химического состава, a также ΜΟΓΥΤ сопоставлены по компонентам с продуктом, полученным на прямой Инвариантно присутствие перегонке. возрастает углеводородных соединений цикланово-ароматического ряда, из-за чего дизельное топливо утрачивает показатели по цетановому числу. Негативная динамика числа является величиной многофакторной, а в основном сопоставляется с катализатором (объем, активность, тип), используемым в настоящее время на установке режимом работы, параметрами природной нефти как исходно При ЭТОМ спад колеблется поступающего сырья. коридоре В 2–15 цетановых единицы [2].

Сопоставив дизельные топлива, полученное гонкой напрямую и через каталитический крекинг, просматривается, что из-за исходно поступившего сырья в большей мере, чем выбранного для переработки, прогнозы по углеводородному составу, а также риски для дизельного топлива как продукта крекинга выше, может воспламеняться [3].

Если сырье признано нафтеново-ароматическим, то цетановое число показывает отрицательный рост поровну, но в некоторых случаях неравномерно, из-за чего на установках крекинга с катализаторами не удается произвести дизельное топливо и признать его пригодность, чтобы использовать вне смесей.

На основании показанной информации, приходим к выводу о том, что при работе двигателя на дизельном топливе каталитического крекинга после 6 лет хранения увеличиваются нагаро- и лакоотложения. Мощность и экономические показатели, износ деталей, состояние шатунно-поршневой группы и топливной аппаратуры двигателя после испытания на исходном и осмоленном топливах практически не изменились [4].



Сегодня отрасль нефтехимии благодаря процессам каталитического крекинга получает качественные сырье, а транспортная отрасль – топливо и масла. Крекированные фракции тяжелой нефти превращаются с участием катализатора на соответствующих установках. Впервые катализаторы в технологии крекинга были использованы в 1930-х годах, а эффективность процесса уверенно и целенаправленно повышалась, что к настоящему моменту стало основой для значительной глубины переработки нефтей и выхода высокооктановых бензинов. Крекированные на установках с катализатором нефти, несмотря на малую ценность из-за тяжести фракций, становятся источником бензина с высокооктановыми числами (включая А92), а также ценные для дальнейшего сжижения газообразные продукты, на основании которых синтезируются входящие в состав бензина слагаемые с высокооктановыми числами и являющиеся по характеру строения изомерами: алкилат и метил-трет-бутиловый эфир. Также газ интересен нефтехимии как универсальное сырье.

Из-за развития техники и технологий, рывка научных знаний сегодня за каталитическим крекингом признано будущее.

Еще практически вчера решение использовать на НПЗ каталитический крекинг обосновывалось задачей получить бензины с высоким содержанием октанов и ценных газов, выход которых в данной технологии был выше, чем в прочих. Но мировые потребители показывают растущий спрос на дизельное топливо, а тенденция чётко просматривается не только в РФ, но и за рубежом. Например, по стране итоги 2015 г. против результатов 2014 г. демонстрируют, что топлива для дизелей, не отклоняющееся от пунктов техрегламента, расходовано больше на 2,4 % — до 28,6 млн т, тогда как прирост продолжался и в 2016 г., когда достиг 6,8 % или 31,3 млн т. В настоящее время динамика покупок топлива для дизелей продолжает расти, ее объем ориентировочно покажет рост на 1,6 % и будет равен 31,8 млн т.

Логично, что технология каталитического крекинга интересна как вариант производства составляющих дизельное топливо фракций из легкой



фазы газойля. Сегодня нельзя признать, что выход легкого газойля достигает существенных объемов и ограничен только 10–15 %, тогда как и невелико низкое цетановое число, значения которого колеблется в пределах 25-30 пунктов. Однако продукт на выходе станет значительно более качественным, если пересмотреть процесс и изменить параметры: отказаться от высокотемпературных воздействий на крекируемое сырье, пересмотреть активность катализатора, а также заложить условия для рециркуляционных схем для сырья. Но в таком случае на выходе бензин ухудшает качество по октановому числу. В настоящее время апробирована технология крекинга с катализатором, где на одной ступени сырье крекируется мягко, чтобы вышло как можно больше качественного бензина и топлива для дизелей, а остатки на второй ступени крекируются жёстко, чтобы извлечь все ценные фракции.

Признаем за крекингом перспективность как процесса, способного обеспечить мир широким топливным рядом ассортимента. Такая продукция не противоречит требованиям современных норм и стандартов мирового и национального уровня. Однако Россия стабильно выпускает в избытке топливо для дизелей, установленных на летательных аппаратах. Не объемы произведенного бензина исключено, что незначительно поднимутся, если комбинировать гидрокрекинг и крекинг с катализатором. Резонно, ЧТО видится как единственная перспектива перейти на гидроочистку вакуумного газойля, чтобы после подать на колонну с катализатором, где возрастет выход качественного бензина.

Повышение эффективности эксплуатации действующих установок каталитического крекинга - комплексная задача, зависит от многих факторов, и может бить оценена по снижению себестоимости готового продукта за счёт расширения сырьевой базы.

Основными факторами, влияющими на эффективность процесса каталитического крекинга быть: использование более дешевого сырья; выход и стабильность при хранении высокооктанового бензина;



селективность, стабильность и механическая прочность катализатора; снижение температуры и давления процесса. Гибкость процесса позволяет, регулируя тот или иной фактор, в соответствии с технологическим регламентом установки снижать расходы, связанные с производством высокооктанового бензина, что в конечном итоге отражается на качестве готового продукта и его конкурентоспособности на рынке энергоносителей.

Вывод

Подводя итог вышеизложенному можно сказать, что перспектива однозначно прогнозирует более совершенную технологию, чтобы и процесс, и катализаторы каталитического крекинга стали эффективнее в плане выхода высоких по качеству продуктов: бензиновой фракции и дизельного топлива, обладающего растущей ценностью для отечественных и мировых потребителей.

Список используемых источников

- 1. Гурвич Л.Г. Научные основы переработки нефти. М.: Книга по Требованию, 2012. 542 с.
- 2. Орочко Д.И., Сулимов А.Д., Осипов Л.И. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. М.: Химия, 1971. 350 с.
- 3. Покровская С.В. Технология переработки нефти. Производство нефтяных масел. Новополоцк: ПГУ, 2008. 320 с.
- 4. Фамутдинов Р.Н., Дезорцев С.В. Определение качества сырья для высокоиндексных масел из остатка гидрокрекинга // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. № 4. С. 37-39.

References

1. Gurvich L.G. *Nauchnye osnovy pererabotki nefti* [Scientific Foundations of Oil Refining]. Moscow, Kniga po Trebovaniyu Publ., 2012. 542 p. [in Russian].



- 2. Orochko D.I., Sulimov A.D., Osipov L.I. *Gidrogenizatsionnye protsessy v neftepererabotke* [Hydrogenation Processes in Oil Refining]. Moscow, Khimiya Publ., 1971. 350 p. [in Russian].
- 3. Pokrovskaya S.V. *Tekhnologiya pererabotki nefti. Proizvodstvo neftyanykh masel* [Oil Refining Technology. Production of Petroleum Oils]. Novopolotsk, PGU Publ., 2008. 320 p. [in Russian].
- 4. Famutdinov R.N., Dezortsev S.V. Opredelenie kachestva syr'ya dlya vysokoindeksnykh masel iz ostatka gidrokrekinga [Determination of Raw Materials Quality for High-Index Oils from the Hydrocracking Residue]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal Bashkir Chemical Journal*, 2013, Vol. 20, No.4, pp. 37-39. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Пименова Валерия Сергеевна, студент кафедры химикотехнологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Valeria S. Pimenova, Student of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: pimenovalera@rambler.ru

Аминова Эльмира Курбанаглиевна, канд. хим. наук, доцент кафедры химико-технологических процессов, УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

Elmira K. Aminova, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of Chemical and Technological Processes Department, USPTU, Branch, Salavat, Russian Federation

e-mail: k.elmira.k@yandex.ru