

А. Р. Валиулина, И. З. Илалдинов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ГИДРОКРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Ключевые слова: гидрокрекинг, гидроочистка, керосиновое топливо, дизельное топливо.

В данной работе предлагается возможность усовершенствовать установку гидрокрекинга вакуумного газойля и получить моторные топлива требуемого качества, благодаря замене катализатора. Спроектирована технологическая схема установки с помощью программы AutoCAD P&D, разработана 3D модель оборудования, трубопроводов и металлоконструкций, используя программу AutoCAD Plant 3D.

Keywords: hydrocracking, hydrotreating, kerosene fuel, diesel fuel.

This paper presents an opportunity to improve the installation of vacuum gas oil hydrocracking and obtain the required quality of motor fuels, due to the replacement of the catalyst. Designed flowsheet setup using AutoCAD P & D, developed 3D model of the equipment, pipelines and steel, using the program AutoCAD Plant 3D.

Введение

В настоящее время потребности в моторном топливе резко увеличились. Это связано в первую очередь с ростом автомобильного и авиационного транспорта. Тем самым встает вопрос: где взять столько сырья, чтобы удовлетворить нынешние потребности в топливе, в то время, когда природные запасы нефти малы, а возможности нефтепереработки практически исчерпаны.

Для решения этой актуальной проблемы нашли интерес такие направления как: вторичная переработка нефти и оптимизация качества моторных топлив [1].

Первое решение связано с химизацией ряда остаточных продуктов первичной переработки нефти, таких как: вакуумный газойль, бензиновая фракция, мазут и гудрон [1].

Второе решение предлагает различные процессы очистки моторных топлив от сернистых и азотсодержащих компонентов, а также использование специальных добавок - «присадок», которые в свою очередь позволяют снизить дымность, а также повысит мощность двигателя и экономии топлива [1].

Одной из задач увеличения количества светлых продуктов для нефтехимической промышленности было введение процесса гидрокрекинга, который позволяет выпускать широкий ассортимент продуктов, хотя и является вторичным процессом. Заключается он в переработке легких и тяжелых дистиллятов первичной переработки в смеси с водородсодержащим газом на комплексных катализаторах. Гидрокрекинг является ценным процессом в современной промышленности, т.к позволяет получить керосиновое и дизельное топливо [2].

Вместе с увеличением потребления моторного топлива, соответственно и увеличивается риск загрязнения окружающей среды, что приводит к необратимым последствиям ухудшения экологии. Следовательно, встает задача об улучшении качества и характеристик дизельного и керосинового топлив, так как содержание нежелательных примесей в них будут отрицательно сказываться на работе двигателей и отработанных газах, которые в свою очередь будут загрязнять атмосферу. Также встает

задача об увеличении производительности установок гидрокрекинга и увеличения выхода целевых продуктов процесса, сокращая при этом протекания нежелательных реакций, приводящих к выходу побочных продуктов [3].

Одним из таких современных предприятий, которое взялось за процесс гидрокрекинга является ОАО «ТАНЕКО». Это комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, который производит более 15 видов ассортимента продукции от моторных топлив до компонентов сырья для других нефтехимических процессов. Объектом проектирования при выполнении дипломной работы и написании статьи взят процесс гидрокрекинга вакуумного газойля предприятия «ТАНЕКО».

Одним из подходов увеличения выхода целевых продуктов и улучшения качества топлива, получаемого в процессе является замена катализатора на более активный, при этом основные параметры процесса гидрокрекинга и большая часть оборудования остаются прежними.

В ходе выполнения работы было проведено 3D проектирование установки гидрокрекинга вакуумного газойля с заменой катализатора CR-140 на GK-45. Предложенная замена катализатора позволяет осуществить более глубокое превращение сырья, т.е усиливаются реакции расщепления, гидрирования и изомеризации, которые позволяют получить целевые продукты нужного состава и качества. Также введенный катализатор обладает весьма высокой активностью в реакциях разрыва связей C-S, C-N, C-O, т.е служит также хорошим катализатором гидроочистки. Этот катализатор выполняет двойную функцию, как гидроочистку, так и гидрокрекинг, что позволяет применить его в современных реакторах процесса гидрокрекинга вакуумного газойля. Отличается хорошей селективностью и термической стойкостью. Ещё одним важным преимуществом, из-за которого был заменен действующий CR-140 является стойкость GK-45 к каталитическим ядам, что соответственно увеличивает срок службы катализатора и срок регенерации, а это, в свою очередь, позволит уменьшить затраты на их приобретение [4].

Катализаторы гидрокрекинга, как правило бифункциональные: носитель (оксид алюминия, алюмофосфаты, цеолиты) имеет кислотный характер, он ускоряет реакции расщепления и изомеризации. Гидрирование, дегидрирование происходит на металлах VIII группы (*Ni, Co, Fe, Pd*) [4].

Полагают, что реакции гидрогенолиза гетероатомных соединений на GK-45 катализаторе протекают через его хемосорбцию на активных центрах как никеля, так и вольфрама, при этом на *Ni* осуществляется активация водорода, а на *W* протекает сульфирование, азотирование и окисление с образованием поверхностных соединений *W* (S), *W* (N), *W* (O), которые под действием активированного водорода подвергаются обессериванию, деазотированию и восстановлению. Никель и вольфрам образуют между собой сложные объемные и поверхностные соединения, которые при сульфировании формируют каталитически активные структуры сульфидного типа *Ni₃WS₂*. При избытке водорода активные центры никеля полностью заняты активированным водородом, чем и объясняется серостойкость катализатора [4].

Носители нейтральной природы (оксид алюминия, кремния и др.) не придают катализаторам на их основе дополнительных каталитических свойств. Поэтому целесообразней в нашем процессе в качестве носителя использовать алюмосиликаты и цеолиты обладающие кислотными свойствами, которые придают катализаторам дополнительные изомеризирующие и крекирующие свойства [4].

Таблица 1 – Используемый катализатор CR-140 в настоящее время на установке гидрокрекинга [4]

Компонент	Содержание (% масс.)	Форма	Размер (мм)
<i>Al₂O₃</i> <i>NiO</i> <i>WO₃</i> Цеолит	< 55 < 10 < 30 < 15	три-листник	1,3-2,5

Таблица 2 – Предлагаемый катализатор GK-45 для производства качественного керосинового и дизельного топлива [4]

Компонент	Содержание (% масс.)	Форма	Размер (мм)
<i>Al₂O₃</i> <i>NiO</i> <i>WO₃</i> Цеолиты	40 – 70 5 – 10 10 – 30 3 – 7	четырёх-листник	1,4-2,3

В табл. 1 и табл. 2 представлены характеристики используемого катализатора CR-140 и пред-

лагаемого GK-45. Из выше приведенных таблиц можно сделать вывод о том, что параметры обоих катализаторов различаются незначительно. Они отличаются лишь содержанием активных компонентов. Поэтому, внедряя катализатор GK-45 можно использовать тот же реактор, что при катализаторе CR-140.

Описание процесса проектирования

Данная работа была произведена в несколько этапов. На первом этапе работы была составлена технологическая схема процесса гидрокрекинга вакуумного газойля (P&D-схема) в программе AutoCAD P&D (рис.2), в которой отражается вся система производственного процесса, включающая в себя необходимые оборудования и автоматизацию.

Компоненты сырьевой смеси: вакуумный газойль и тяжелый газойль коксования смешиваются на границе секции и насосом из емкости сырья D-1 подаются в систему теплообменников E-1(1-5), нагретое до 216 °С сырье подается в контур реакторного блока на смешение с потоком ВСГ (водородсодержащего газа). Смешанный поток сырья и ВСГ поступает в печь сырья реактора Н-1, где нагревается до температуры реакции, после чего поступает в реактора R-1 и R-2, заполненных катализатором. Отходящий поток продуктов реактора R-2 проходит горячие сепараторы высокого и низкого давления (ГСВД и ГСНД) D-4 и D-5, разделяется на жидкую часть и углеводородные газы. Жидкие продукты из куба колонны нагреваются в печи нагрева сырья фракционирующей колонны Н-2 и с температурой 368 °С поступают в колонну фракционирования, которая оборудована клапанными тарелками. С верха колонны выводятся газообразные продукты, с 23 тарелки отбирается фракция керосина, и из нижних тарелок выводится дизельная фракция. Керосиновая и дизельная фракция проходят отпарные колонны и готовыми продуктами поступают в парк готовой продукции.

Реакции гидрокрекинга протекают с выделением тепла, поэтому технологической схемой предусматривается ввод в зону реакции холодного водородсодержащего газа, расходом которого регулируется температура в реакторе.

После в процессе моделирования в программе AutoCAD Plant 3D было построено трехмерное изображение установки гидрокрекинга вакуумного газойля (рис.3).

Таким образом, в данной работе была предложена замена действующего катализатора на новый, что поспособствовало получению топлив, соответствующих европейским стандартам качества, а также увеличению выхода целевых продуктов, и на основе этого была спроектирована технологическая схема и разработана 3D модель: оборудования, трубопроводов и металлоконструкций, используя программы AutoCAD P&D и AutoCAD Plant 3D.

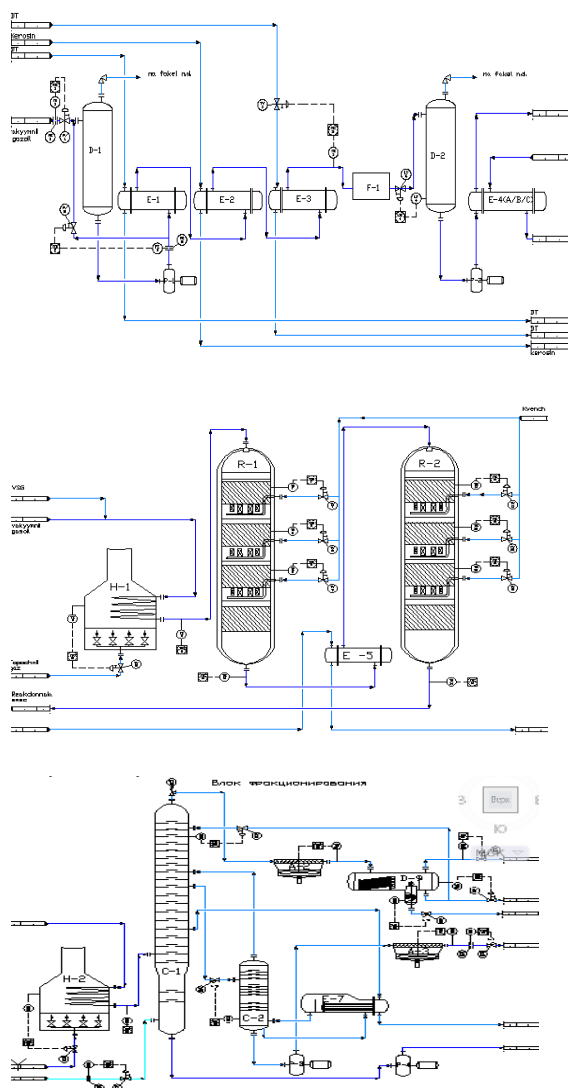


Рис. 2 - P&D схема установки гидрокрекинга вакуумного газойля

© А. Р. Валиулина – магистрант каф. ТООНС КНИТУ, valiulina_1991@mail.ru; И. З. Илалдинов - к.х.н., доц. той же кафедры, ilaldinov@mail.ru.

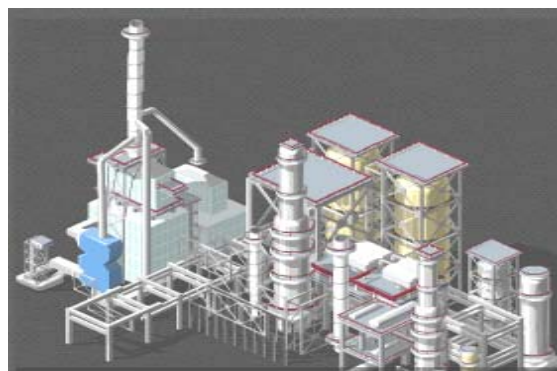


Рис. 3 - 3D модель установки гидрокрекинга вакуумного газойля

Литература

1. Солодова Н. Л., Терентьева Н. А. Современное состояние и тенденции развития каталитического крекинга нефтяного сырья // Вестник Казан. технолог. ун-та – 2012. – Т.15 № 1 – с.141 - 146.
2. Орочко Д. И., Сулимов А. Д., Осипов Л.И. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке – М.: «Химия», 1971. – 34 - 90 с.
3. Халикова Д. А., Меньшиков Т. С. Сравнение ключевых показателей дизельного топлива зарубежных и отечественных производителей // Вестник Казан. технолог. ун-та – 2012. – Т.15 № 9 – с.226 - 227.
4. Пат. РФ 2245737 (2011).