

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 повысить мощность двигателя и экономию 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 (,) [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 осуществляется активация водорода, а на протекает сульфирование, азотирование и окисление с образованием поверхностных соединений (S), (N), (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 . 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)
Цеолит	55	10	30
три-листник	1,3-2,5		15

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

Компонент	Содержание (% масс.)	Форма	Размер (мм)
Цеолиты	40 - 70	5 - 10	10 - 30
четырёх-листник	3 - 7		1,4-2,3

В табл. 1 и табл. 2 представлены характеристики используемого катализатора CR-140 и предлагаемого 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 H-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 H-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
Рис. 3 - 3D модель установки гидрокрекинга вакуумного газойля