

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

Внедрение установки «Флексикокинг» для глубокой переработки нефти

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Ярошенко Полины Михайловны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

С.Б Ромаденкина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа содержит 47 страниц, 14 таблиц, 3 рисунка, 36 литературных источников, чертёж технологической схемы установки.

Целью работы является проведение технико-экономического расчета установки «Флексикокинг» с дальнейшим ее внедрением в производство для увеличения глубины переработки нефти.

Наиболее актуальной проблемой в современной нефтепереработке, наряду с повышением качества нефтепродуктов и соблюдением экологической безопасности производства, является увеличение глубины переработки нефти. Нефтеперерабатывающая промышленность давно находится в эпохе развития, когда вся нефть, включая тяжелые остатки, должны целиком перерабатываться в полноценные продукты разнообразного состава. По оснащенности вторичными процессами, углубляющими нефтепереработку, отечественные НПЗ значительно отстают от развитых стран мира. В среднем в России доля гудрона в объеме производства НПЗ составляет около 20%, а на заводах Западной Европы – менее 10%, поэтому сохраняется проблема быстрого обновления и модернизации устаревшего оборудования, машин и отдельных процессов. Необходимо вводить в эксплуатации новые установки, осуществляющие более совершенные в техническом и более чистые в экологическом отношении процессы глубокой и комплексной переработки нефтяного сырья.

В связи с этим при выполнении выпускной квалификационной работы основными задачами были:

- Изучить эффективность установки «Флексикокинг», по сравнению с существующими аналогами;
- Определить состав топливного газа и направления его использования;
- Определить глубину переработки нефти, достигающую после внедрения установки на производстве.
- Рассчитать экономические показатели установки.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух глав: «Литературный обзор» и «Расчётная часть».

Литературный обзор состоит из шести подразделов:

1. Основные направления переработки тяжелого сырья
2. Процессы переработки нефтяных остатков
3. Сырьевая база процесса флексикокинг
4. Физико-химические основы процесса флексикокинг
5. Топливный газ – продукт газификации кокса
6. Технологическая схема процесса флексикокинг

Расчётная часть состоит так же из шести подразделов:

1. Расчет материального баланса производства
2. Аппаратурно-технологическое оформление процесса газификации
3. Расчет процесса сжигания кокса в газогенераторе
4. Тепловой баланс газогенератора
5. Материальный баланс газогенератора
6. Техничко-экономический расчет производства

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе бакалаврской работы осуществлен поиск литературных данных о процессах переработки тяжелых нефтяных остатков, в частности о технологии «Флексикокинг».

Процесс «Флексикокинг» объединяет в себе термический крекинг гудрона в кипящем слое циркулирующего кокса и последующую газификацию коксообразных частиц с образованием топливного газа. Использование данного процесса в переработке позволит обеспечить малосернистым топливом нужды завода и ТЭЦ, снабжающей предприятие электроэнергией и паром. По этому процессу до 97% вакуумного гудрона превращается в газообразные и жидкие продукты, 3% представляет собой твердый кокс, в котором концентрируются до 99% металлов, содержащихся в перерабатываемом сырье.

Данная технология обладает значительной высокой эффективностью, поскольку не только обеспечивает производителя ценными жидкими продуктами, но и позволяет получать дополнительное количество топливного газа, который может использоваться в качестве заводского или для производства электроэнергии. Значительная доля сырьевой базы процесса приходится на:

1. Гудрон с высокой коксуемостью по Конрадсону.
2. Мазут после атмосферной перегонки.
3. Битум нефтеносных песков.
4. Остаток деасфальтизации.
5. Остаточные фракции после гидропереработки нефтяных остатков.

В первой главе были рассмотрены физико-химические основы процесса. Технологию «Флексикокинг» рассматривают как совокупность двух процессов: термического крекинга в кипящем слое теплоносителя и газификации образующегося мелкозернистого кокса.

Коксование, которое проходит в реакторе, осуществляется при температурах 500-550 °С и давлении 0,3 МПа. Помимо газообразных и жидких продуктов реакций деструкции, образуется кокс – твердое вещество реакций поликонденсации и глубокого уплотнения. Наличие и протекание термодеструктивного разложения и уплотнения определяется по изменениям энергии Гибса в ходе процесса. Чем ниже будет значение энергии, тем выше стабильность углеводорода, тем больше образовавшихся жидких и газообразных продуктов. В крекинге энергия Гиббса устанавливает границы термической стабильности. Тем самым можно делать вывод о преобладании реакций расщепления. Для того, чтобы увеличить выход продуктов разложения (газ, бензин) и снизить коксообразование нужно поддерживать высокую температуру в реакционной зоне при небольшой продолжительности процесса.

«Флексикокинг» завершается стадией газификации кокса. Это высокотемпературный некаталитический процесс взаимодействия углерода топлива с окислителями. Проводится с целью получения горючих газов (CO, H₂, CH₄).

Процесс газификации топлива близок процессу горения. Отличие в том, что при сгорании происходит полное окисление топлива до CO₂ в условиях избытка кислорода. Газификация идет в условиях дефицита кислорода, при этом полного окисления топлива не происходит. Образуется химический или механический недожог. В качестве окислителей, используют воздух, насыщенный кислородом, и водяной пар. Использование воздуха объясняется его доступностью и простотой использования.

Так же в первой главе представлена технологическая схема процесса и приведено ее описание.

Во второй главе бакалаврской работы определены состав и количество используемого сырья. Выполнен расчет материального баланса для установки «Флексикокинг» с заданной производительностью в 1,45 млн. т/год.

Мощность Саратовского НПЗ составляет 7,0 млн т. нефти в год. В последние годы завод перерабатывает в основном нефть марки Urals. Содержание серы в которой составляет около 1,63 % , что позволяет отнести ее к сорту сернистой нефти. В таблице 2 представлен компонентный состав сырой нефти, благодаря которому можно судить о выходах продуктов.

Таблица 1- Анализ компонентного состава сырой нефти Urals (Crude oil)

Компоненты	мас.%
C1-C4	1,72
Бензин (80-180 °С)	18,00
Керосин (180-240 °С)	8,90
Легкий газойль (240-380 °С)	25,15
Тяжелый газойль(380-550 °С)	25,48

Остаток (≥ 550 °C)	20,75
Итого:	100,00

Саратовский НПЗ перерабатывает часть гудрона на установке–висбрекинг, получая котельное топливо, а так же на установке по получению нефтяных битумов. При этом большая часть остатков, не перерабатывается и не находит применения, а отправляется на экспорт. Остаток гудрона составляет примерно 1,5 млн. т в год, это соответствует низкому показателю использования сырья. Так как программа развития Саратовского НПЗ нацелена на увеличение глубины переработки и выпуска светлых нефтепродуктов, гудрон, после вакуумной переработки мазута, целесообразнее использовать для получения дополнительного количества светлых продуктов.

По таблице 1 определили содержание ТНО в сырой нефти марки Urals. Оно составило 20,75 мас.%. Следовательно, для рационального использования всего сырья, учитывая тяжелые нефтяные остатки, нужно внедрить установку, мощностью 1,45 млн. т нефти в год. Исходные данные для расчета материального баланса производства составили:

- 1) Годовая производительность установки 1,45 млн. т/год;
- 2) Годовой фонд рабочего времени 8400 часов или 350 суток в год (с учетом вычета времени на текущий и капитальный ремонт, который составляет 15 дней в год);
- 3) Исходное сырье – гудрон Urals;
- 4) Плотность гудрона ρ (кг/м³)= 1018;
- 5) Коксуемость по Конрадсону (Кс) = 17 % мас;

Расчет часовой производительности установки в расчете на 100% гудрон составил:

$$(1,45 \cdot 10^6) / 350 \cdot 24 = 173 \text{ т/час};$$

Для определения количества выхода продуктов были использованы значения, полученные на основании обобщения опыта эксплуатации

действующих промышленных установок. Был составлен материальный баланс установки с мощностью 1,45 млн.т /год и найдены выходы продуктов.

По материальному балансу, сведенному по выбранной установке, рассчитали количество паровоздушной смеси, требуемой на образование топливного газа.

Во второй главе работы по методике проф. Грум - Гржимайло был выполнен расчет сжигания кокса в газогенераторе для определения состава получаемого топливного газа.

Таблица 3 – Состав флексигаса

Название компонента	Объем. %
CO ₂	4,12
CH ₄	1,65
CO	27,20
SO ₂	-
H ₂ S	0,13
H ₂	11,20
N ₂	51,00
H ₂ O	4,70
Итого:	100,00

Так же во второй главе был проведен технико-экономический расчет установки с заданной производительностью. Главным образом, определены прибыль и рентабельность установки, а так же срок окупаемости и глубина переработки.

Прибыль установки за год составила:

$$П = TP - C$$

где - TP – товарная продукция в рублях;

C – общая себестоимость продукции;

$$\Pi = 18\,453\,280\,000 - 14\,624\,455\,820 = 3\,828\,824\,180 \text{руб.}$$

Рентабельность установки составила:

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\% ,$$

где Π - прибыль установки;

$$P = \frac{3\,828\,824\,180}{14\,624\,455\,820} \cdot 100\% = 27\% .$$

Глубина переработки (Объём переработки — Объём производства мазута —
Объём потерь) / Объём переработки · 100 %) составит:

$$\Gamma = \frac{1450000 - 14500}{1450000} \cdot 100\% = 99\% .$$

Срок окупаемости установки:

$$O = \frac{C_y}{\Pi}$$

где, C_y — стоимость установки, составляющая 30 млрд. рублей;

Π — прибыль, получаемая установкой за год;

$$O = \frac{30000000}{3\,828\,824\,180} = 7 \text{ лет.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом рассмотрения в выпускной квалификационной работе стала установка «Флексикокинг» для переработки тяжелых нефтяных остатков.

1. В работе были определены выходы продуктов на установке «Флексикокинг» мощностью 1,45 млн.т/год. Они составили (т/год): легкие газы 145 000 , бензин 145 000, легкий газойль 288 550, тяжелый газойль 548 100 , флексигаз 269 700 и товарный кокс 39 150.

2. Найдена глубина переработки, которая будет достигаться при работе установки, она составила 99 %.

3. Определен точный состав полученного топливного газа и найдены пути его реализации. Полученный флексигаз возможно будет использовать в качестве сырья для производства синтез-газа или для сжигания в паровых турбинах для существенного снижения потребления электроэнергии на заводе, или на собственной ТЭЦ.

4. Определен расход паровоздушной смеси для газификации части кокса, поступающего в газогенератор.

5. Найдена прибыль, получаемая установкой за год в размере 3 828 824 180 руб. Рентабельность составила 27%, а срок окупаемости 7 лет.

6. По материалам выполненной работы опубликована одна статья в сборнике трудов.