

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

Кафедра химической технологии

**Оценка теплообменного оборудования для установки «ИТМК»
(углубленная переработка без добавки внешнего водорода)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента (ки) 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»
код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Красноперова Рапила Сергеевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

Доцент, к.х.н., доцент.
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

С.Б. Ромаденкина
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.х.н., профессор
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Р. И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2021 г.

Введение

Актуальность исследования является повышение эффективности переработки нефтяного сырья с увеличением выхода светлых нефтепродуктов до 70 % является одной из основных задач нефтяной отрасли в соответствии с Энергетической стратегией развития Российской Федерации до 2035 г. В связи с этим, значительные усилия научного сообщества сосредоточены на разработке и совершенствовании технологий и катализаторов переработки тяжелых нефтяных фракций (фр.350 –570°С), в том числе каталитического крекинга, обеспечивающего производство около четверти от мирового бензинового фонда. Наряду с увеличением потребности в моторном топливе, ежегодное увеличение спроса на пропилен составляет 5–6 %, поэтому олефинсодержащий газ каталитического крекинга, характеризующийся высоким содержанием углеводородов C3–C4 (25,1–35,8 и 31,3–38,00 % мас.), представляет ценность для нефтехимической промышленности. Вместе с тем, повышение эффективности установок каталитического крекинга осложняется в условиях изменения состава сырья и активности катализатора под действием кокса и тяжелых металлов, а также сопряженности технологических режимов реактора и регенератора. В зависимости от этих факторов выход бензиновой фракции характеризуется экстремумом, что связано с увеличением скоростей реакций крекинга углеводородов, а также реакций конденсации и коксообразования в области высоких температур. Поэтому актуальной задачей в технологии каталитического крекинга является увеличение выхода бензиновой фракции с высокими октановыми характеристиками и олефинсодержащего газа в условиях изменения состава сырья и активности катализатора. Особенно остро эта проблема стоит для установок, интегрированных с нефтехимическими заводами.

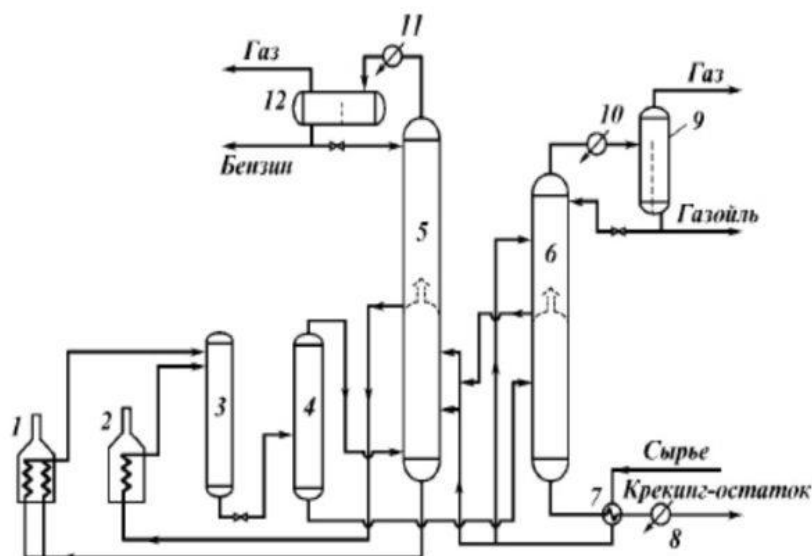
В настоящее время накоплен значительный опыт по совершенствованию каталитических процессов переработки нефтяного сырья, как экспериментальным путем, так и с применением математических моделей. Исследования в области разработки и модернизации технологий

каталитического крекинга, а также высокоэффективных катализаторов для переработки тяжелых нефтяных фракций, проводятся научными коллективами Центра новых химических технологий

Исходя из выше сказанного, целью работы является изучение процессов крекинга, проведение сравнительного анализа технологических параметров теплообменного оборудования процесса ИТМК.

Основное содержание работы

Технология инициированного термомеханического крекинга «ИТМК» основывается на совместном термомеханическом воздействии на сырье с использованием законов гидродинамики и теплообмена для организации инициированного крекинга в условиях кавитации и волнового воздействия. Нагретое до подкритической температуры сырье (колебательные уровни молекул уже возбуждены, но еще не происходит лавинообразного разрыва связей молекул вследствие этого возбуждения) направляют в блок обработки, в котором сырье подвергается механическому (например, кавитационному) и волновому воздействию различной природы и широкого спектра резонансных частот. [1] Технологическая схема двухпоточной установки ИТМК с выносом реакционной камеры приведена на рисунке 1. [2]

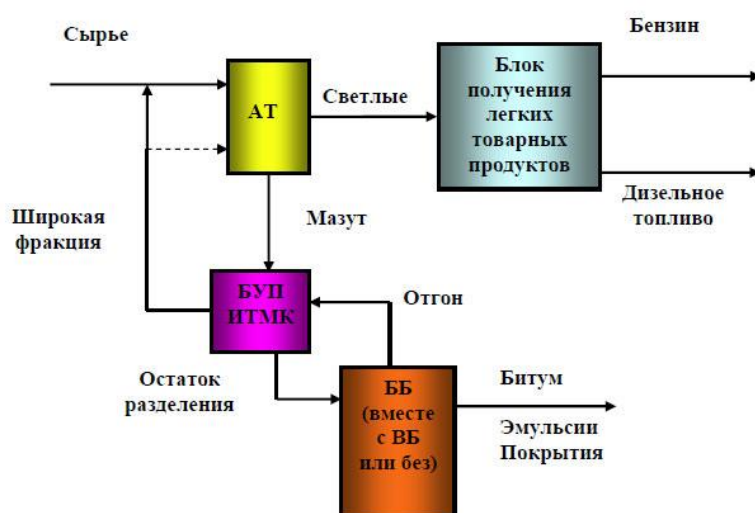


1 – печь тяжелого сырья (легкого крекинга); 2 – печь легкого сырья (глубокого крекинга); 3 – выносная реакционная камера; 4 – испаритель высокого давления; 5 – колонна ректификации; 6 – испаритель низкого давления; 7 – теплообменник; 8 – холодильник; 9 – газосепаратор низкого давления; 10,11 – конденсатор-холодильник; 12 – газосепаратор высокого давления.

Рисунок 1. Схема двухпоточной установки ИТМК с выносом реакционной камеры

В легкой части содержание серы уменьшается до 5 раз, а хлоридов до - 200 раз по сравнению с исходным сырьем. Парогазовую часть разделения НКФ направляют для дальнейшего использования и получения легких товарных продуктов известными классическими методами. Жидкую часть ВКФ после блока разделения подают, например, на битумный реактор с вакуумной колонной для получения товарного битума или других тяжелых продуктов типа битумных эмульсий, покрытий и т.д. Целесообразно также определенную долю жидкой части разделения ВКФ подать на повторную обработку в тот же или отдельный блок обработки для дальнейшего увеличения выхода светлых продуктов. Можно обе части разделения НКФ и ВКФ направить в блок смешивания для получения синтетической нефти с повышенным потенциальным содержанием светлых топливных продуктов и значительно меньшей плотностью, и вязкостью в сравнении с исходным сырьем (например, мазутом), которую затем направляют для дальнейшей углубленной переработки. [3]

Также существуют варианты модернизации имеющегося НПЗ или строительства нового НПЗ по технологии углубленной переработки «ИТМК», в зависимости от исходного сырья. На рисунке 2 представлена схема НПЗ с блоком углубленной переработки БУП «ИТМК» при переработке средней или легкой нефти.

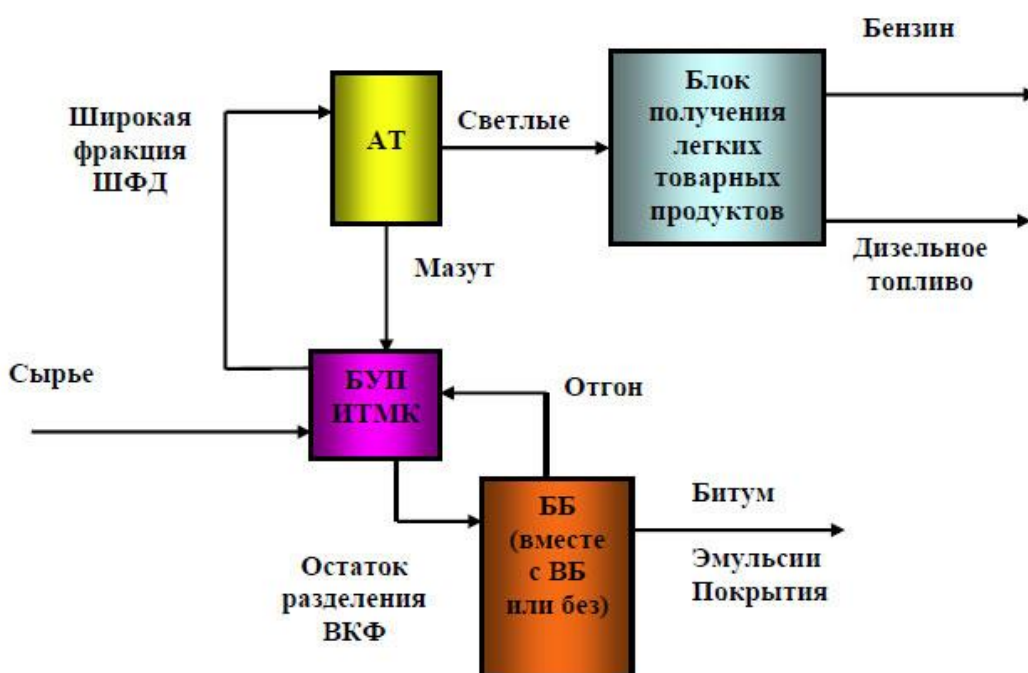


АТ - атмосферная трубчатка, БУП ИТМК – блок углубленной переработки, ББ - битумный блок для производства окисленного битума или битумный блок, совмещенный с вакуумным блоком ВВ для производства битума или других тяжелых товарных продуктов (покрытий, эмульсий и т.д.).

Рисунок 2. Блок-схема НПЗ с блоком углубленной переработки БУП «ИТМК» при переработке средней или легкой нефти

Анализ современных тенденций показывает, что основным направлением модернизации действующих НПЗ является углубление переработки нефтяного сырья, в том числе тяжелых нефтей и нефтяных остатков с получением экологически чистых моторных топлив.

На рисунке 3 представлена блок-схема НПЗ с блоком углубленной переработки БУП «ИТМК» при переработке тяжелой нефти и нефтяных остатков. [4]



АТ - атмосферная трубчатка, БУП ИТМК - блок углубленной переработки, ББ - битумный блок для производства окисленного битума или битумный блок, совмещенный с вакуумным блоком ВВ для производства битума или других тяжелых товарных продуктов (покрытий, эмульсий и т.д.)

Рисунок 3. Блок-схема НПЗ с блоком углубленной переработки «ИТМК»
при переработке тяжелой нефти и нефтяных остатков

Если рассматривать схему НПЗ с блоком углубленной переработки «ИТМК» при переработке тяжелой нефти и нефтяных остатков, то в предлагаемой технологии катализаторы и реагенты не используются, поэтому стоимость процесса и оборудования «ИТМК» значительно меньше, чем при использовании известных углубляющих процессов, например, каталитического крекинга, при аналогичных результатах, и сопоставима со стоимостью процесса и оборудования термического крекинга при гораздо лучших результатах. В диапазоне производительности перерабатывающего производства до миллиона тонн в год по сырью, технология «ИТМК» аналогов и конкурентов не имеет. [5]

Конструкция теплообменника должна удовлетворять ряду требований, зависящих от конкретных условий протекания процесса теплообмена (тепловая нагрузка аппарата, температура и давление, при которых осуществляется процесс, агрегатное состояние и физико-химические свойства теплоносителей, их химическая агрессивность, условия теплоотдачи, возможность загрязнения рабочих поверхностей аппарата и др.). При выборе теплообменника необходимо учитывать также простоту устройства и компактность аппарата, расход металла на единицу переданного тепла и другие технико-экономические показатели. Обычно ни одна из конструкций не удовлетворяет полностью всем требованиям и приходится ограничиваться выбором наиболее подходящей конструкции. [6]

Согласно схеме сырье подаваемое в печь подогревается в рекуперативном теплообменнике НКФ/Сырье 4. Рассмотрим к сравнению рекуперативный прямоточно-противоточный трубчатый теплообменник и теплообменник типа «труба в трубе», прямоточный и противоточный.

Расчетные данные теплообменников представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные данные теплообменников.

	Размер- ность	Рекуперативный кожухотрубчатый теплообменник	Противоточный теплообменника типа «труба в трубе»	Прямоточный теплообменника типа «труба в трубе»
Скорость в трубах теплообменника	м/с	0,08	0,58	0,41
Скорость в межтрубном пространстве / в трубах кольцевого пространства	м/с	0,07	0,42	0,58
Потери напора по трубному пространству	МПа	0,0261	0,0274	0,0011
Расчетная поверхность теплопередачи	м ²	13,9	17,7	4,4
Погрешность теплопередачи	%	6,5	19,6	2,0

Современные кожухотрубчатые теплообменники по показателям эффективности, коэффициента теплопередачи и габаритам приближаются к пластинчатым и кожухопластинчатым теплообменникам. Это достигается за счет применения турбулизаторов потока — перегородок в трубках и межтрубном пространстве, а также рифленых трубок, в которых поток среды сильно турбулизирован, что ведет к повышению коэффициента теплопередачи, и, как следствие, к уменьшению габаритов. В последнее время для уменьшения использования производственной площади применяются вертикальные кожухотрубные теплообменники. Они позволяют организовать регулирование по конденсату, если это необходимо.[7]

ВЫВОДЫ

1. Проведена оценка потери напора в теплообменниках. Наименьший показатель у прямоточного теплообменника типа «труба в трубе» 2%.

2. Установлено что у рекуперативного кожухотрубчатого теплообменника наиболее оптимальные параметры (Потери напора по трубному пространству 0,026 МПа, Расчетная поверхность теплопередачи 13,9 м², Погрешность теплопередачи 6,47%) , что позволяет рекомендовать его для процесса ИТМК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доронин, В. П. Влияние условий проведения процесса на состав продуктов при традиционном и глубоком каталитическом крекинге нефтяных фракций/ В. П. Доронин, П. В. Липин, Т. П. Сорокина // Катализ в промышленности. – 2012. – №1. – С. 27 – 32.
2. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Теплообменные аппараты радиально-спирального типа конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®//ХИМАГРЕГАТЫ. 2015. №4 (32).
3. Халикова Д.А., Петров С.М., Башкирцева Н.Ю. Обзор перспективных технологий переработки тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов // Вестник Казан. технол. ун-та., 2013. Т. 16, №3. С. 217-221.
4. Хаджиев С.Н. Каталитический крекинг в составе современных комплексов глубокой переработки нефти / Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М., Капустин В.М., Кадиев Х.М., Дементьев К.И., Пахманова О.А. // Нефтехимия. 2011. Т. 51. № 1. С. 33-39.
5. Шакирова Л.Н. Исследование процесса легкого термического крекинга сверхвязкой нефти для снижения её вязкости / Шакирова Л.Н., Абдрахманова Л.М., Судыкин А.Н., Губайдулин Ф.Р., Судыкин С.Н., Якубов М.Р. // В сборнике: НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКА - 2015. Материалы Международной научно-практической конференции. ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ». 2015. С. 119-120.
6. Сугак, А. В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства: Учебное пособие для студенческих учреждений высшего образования/А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, Ю. А. Веткин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с
7. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по курсовому проектированию/Под ред. Ю.И. Дытнерского, 3-е изд., стереотипное. – М: ООО ИД «Альянс», 2007 – 496с