

ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНЫЙ КРЕКИНГ ПРОТИВ САНКЦИЙ

Ахмадуллин Р. М., доцент, генеральный директор ООО «НТЦ «Ахмадуллины»

Трофимов П. М., гл. механик ООО «НТЦ «Ахмадуллины»

Кулаков К. П., технический директор АО «ИПН»

Яицких Г. С., директор по развитию АО «ИПН»

На сегодняшний день одной из основных задач нефтеперерабатывающей отрасли является увеличение глубины переработки нефти, которую традиционно связывают с типичными технологиями вторичных деструктивных процессов переработки нефтяных остатков – мазутов и гудронов. Среди них: глубокая вакуумная перегонка, термокрекинг, замедленное коксование, гидрокрекинг, каталитический крекинг и др.

У российских НПЗ, и особенно малых и средних по мощности, возникают серьезные опасения за рентабельность своих предприятий в силу ограниченной потребности в мазуте на внутреннем рынке, а экспорт в начале 2022 года резко сократился. Таким образом, у нефтепереработчиков возникла серьезная озабоченность, где найти, как определить эффективность и быстро построить простые технологические процессы, которые позволили бы за короткий срок максимально сократить или исключить мазут из товарной продукции завода, а вместо него производить нефтепродукты с высокой добавленной стоимостью.

Капиталовложения в строительство каждой новой «классической» установки глубокой переработки мазута достигают сотен миллионов евро. Положительная экономика на таких установках достигается при единичной мощности не менее 2...3 млн т переработки тяжелых фракций в год.

В то же время в современной России продолжают работать сотни небольших НПЗ, перерабатывающих от 0,1 до 2,0 млн т нефти в год. Как правило, эти НПЗ расположены в удаленных регионах страны, доставка в которые нефтепродуктов обходится дороже их производства на местных предприятиях. Добываемая на региональных месторождениях нефть является дешевым сырьем для миниНПЗ, которые нередко совмещают с установкой комплексной подготовки нефти (УКПН) к дальнейшему транспорту в рамках обустройства месторождения.

Заводы малой нефтепереработки включают установки первичной перегонки нефти, иногда (но не всегда) установки гидроочистки, изомеризации и риформинга бензиновых фракций, что позволяет получать из нефти в среднем суммарно до 50...55% бензина и дизельного топлива.

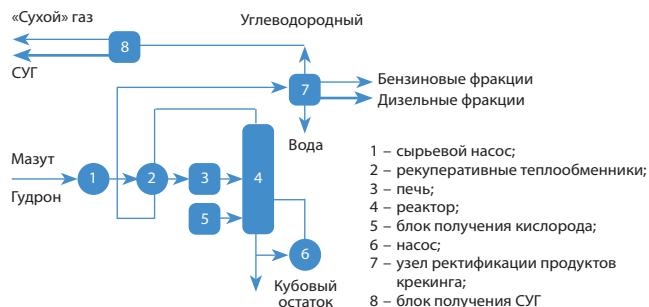


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема термоокислительного крекинга тяжелого сырья

Оставшиеся около 45...50% мазута являются дешевым товаром, который реализуется с трудом и не приносит прибыли. Собственники небольших заводов пытаются найти возможности повышения эффективности действующего производства (базовый вариант) за счет внедрения каких-либо нетрадиционных технических решений, направленных в первую очередь на углубление переработки мазута с целью получения дополнительного количества более дорогих бензиновых и дизельных фракций.

Таким образом, незаменимым процессом для миниНПЗ может стать термоокислительный крекинг. Принципиальная технологическая схема ТОК приведена на рис. 1. Сырье (мазут или гудрон) насосом 1 прокачивается последовательно через рекуперативный теплообменник 2 и печь 3, где нагревается до температуры 400...500 °С и подается в реактор 4. Ниже ввода сырья в реактор подается кислород. Здесь происходят реакции конверсии тяжелых углеводородов в более легкие и одновременно реакции окисления незначительной части углеводородов с выделением тепла. Печь 3 обладает сравнительно небольшую мощностью и необходима для пуска установки. Основной объем тепловой энергии, необходимой для процесса ТОК, выделяется при частичном окислении углеводородного сырья в реакторе 4.

Продукты ТОК выводятся из верхней части реактора 4, отдают часть тепла в рекуперативном теплообменнике 2 и направляются в узел ректификации 7, где разделяются на товарные фракции.

Дизельные фракции реализуются в виде товарного продукта как:

- компонент судового маловязкого топлива;
- печное топливо;
- компонент дизельного топлива по ГОСТ 305-2013 г.;
- сырье установки гидроочистки дизельного топлива (если она имеется в составе НПЗ) для получения товарного топлива кондиций Евро-5.

Бензиновые фракции могут использоваться:

- в качестве компонента автомобильных бензинов;
- в качестве сырья для установок гидроочистки, изомеризации и риформинга, если таковые имеются в составе НПЗ; в этом случае возможно увеличение объемов производства автобензинов кондиций Евро-5;

- в качестве сырья пиролиза для производства полимеров на смежных предприятиях.

Газ из узла ректификации может быть использован в качестве топливного газа для технологических установок НПЗ. В случае переработки на установке ТОК более 400...500 тыс. т сырья в год экономически целесообразно доукомплектовать установку узлом получения товарного сжиженного углеводородного газа (СУГ) 8. Сегодня СУГ является высоколиквидным и дорогостоящим товарным продуктом, реализация которого приносит дополнительную прибыль заводу. За последний год его цена выросла в два раза и в конце лета 2021 года превысила цену высокооктанового бензина кондиций Евро-5. В зависимости от конъюнктуры рынка и логистических возможностей СУГ может найти применение:

- в качестве моторных топлив для автотранспорта, в том числе для автотракторной техники, обслуживающей НПЗ;

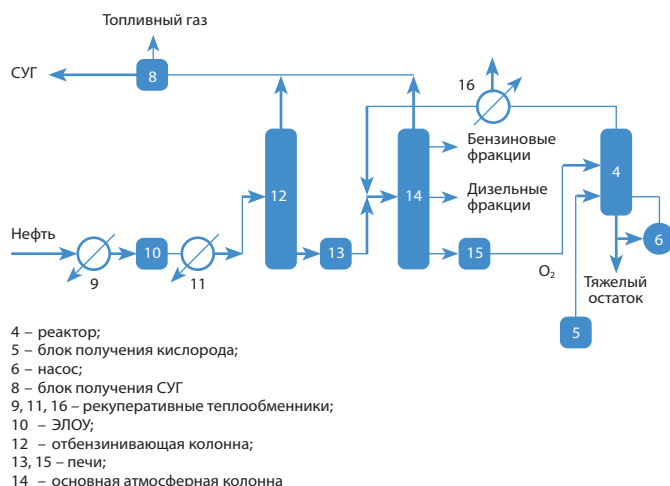


Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема совмещенной установки атмосферной перегонки нефти и ТОК

- в качестве топлива для бытовых нужд в местных населенных пунктах;

- в качестве сырья для газохимических производств.

Необходимость строительства узла 8 определяется на стадии разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) целесообразности строительства установки ТОК.

Вышеуказанные фракции из блока ТОК могут смешиваться с прямогонными фракциями из атмосферной трубчатки и далее направляться на реализацию (Вариант 1).

В случае если имеется возможность догрузить установку атмосферной трубчатки существующего НПЗ, возможно значительно уменьшить капиталовложения в установку ТОК, исключив из ее схемы узел ректификации продуктов крекинга 7.

Принципиальная технологическая схема такого варианта представлена на рис. 2.

Мазут из кубовой части атмосферной колонны 14 догревается в печи 15 до температуры 400...500 оС и подается в реактор 4. Ниже ввода сырья в реактор подается кислород (концентрация 97...98 %). Здесь протекают реакции конверсии тяжелых углеводородов в более легкие и одновременно реакции окисления незначительной части углеводородов с выделением тепла. Продукты ТОК выводятся из верхней части реактора 4, отдают часть тепла в рекуперативном теплообменнике 15 и направляются в колонну ректификации 7, где смешиваются с отбензиненной нефтью и разделяются на товарные фракции.

Необходимо отметить, что такая схема возможна только в тех случаях, когда имеется возможность догрузить колонну 14 дополнительным потоком углеводородов из реактора 4 (Вариант 2). Потребуется выполнить расчет колонны на новые условия работы, возможна замена внутренних контактных устройств. Также потребуется перерасчет всего оборудования установки с вероятной заменой некоторой его части. Но в любом случае это будет значительно дешевле, чем строить новый узел ректификации 7 (см. рис. 1).

Если расчеты покажут невозможность (по тем или иным причинам) догрузки колонны 14 продуктами ТОК, возможно снизить общий объем переработки нефти на НПЗ, например на 20 % (Вариант 3). При этом валовый объем товарной продукции завода (в рублях) не уменьшится, а затраты на закупку нефти снизятся на 20 %, что значительно повысит экономические показатели деятельности предприятия в целом.

В качестве примера можно оценить прогнозируемые показатели для трех вариантов применения установки ТОК на НПЗ, перерабатывающем 1 млн т нефти типа URALS в год.

Прогнозируемые объемы производства дополнительных товарных нефтепродуктов представлены в табл. 1.

Для расчетов экономических показателей стоимость приобретаемой нефти, реализуемых нефтепродуктов принята как средне-статистическая на второй квартал 2022 года. Капиталовложения по вариантам приняты по аналогу проектных работ, выполненных ранее АО «ИПН» с учетом коэффициента инфляции 2022 года.

Как видно из табл. 1, реконструкция НПЗ по любому из трех вышеописанных вариантов значительно повышает экономику предприятия.

АО «ИПН» обладает большим положительным опытом реконструкции построенных ранее технологических установок ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ (см. референц-лист на WWW.TRUBOPROVOD.RU).

Совместно с лицензиаром процесса ООО «НТЦ «Ахмадуллины» АО «ИПН» готово выполнить ТЭО для конкретного НПЗ. В рамках ТЭО будет проведена следующая работа:

- на пилотной установке будет определена конверсия конкретного образца сырья Заказчика с целью расчета материального баланса будущей установки, а также и свойства получаемых дополнительных нефтепродуктов;

- будут разработаны базовые проектные решения (Исходные данные для проектирования), в рамках которых разрабатывается технологическая схема модернизируемого НПЗ, и определяется конкретное технологическое оборудование и т. д.;

- будет проведен расчет прогнозируемых основных технико-экономических показателей по конкретному объекту с учетом текущих и перспективных цен на сырье, товарные продукты, оборудование, строймонтажные работы и т. д.

На основании разработанного ТЭО Заказчик принимает решение о строительстве установки ТОК или реконструкции существующего НПЗ.

Совместно с лицензиаром процесса ООО «НТЦ «Ахмадуллины» АО «ИПН» выполняет проектную и рабочую документацию для строительства установки ТОК, оказывает техническое сопровождение государственных экспертиз, осуществляет авторский надзор за строительством.

Таблица 1 – Сравнительные технико-экономические показатели вариантов реконструкции НПЗ

№ п/п	Технико-экономические показатели работы НПЗ	Варианты схемы НПЗ			
		Базовый вариант	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	мощность НПЗ, млн т/год	1,0	1,0	1,0	0,8
2	выход товарных продуктов, млн т/год				
2.1	СУГ	0,01	0,032	0,032	0,03
2.2	бензиновые фракции	0,18	0,3155	0,3155	0,2524
2.3	дизельные фракции	0,33	0,4315	0,4315	0,341
2.4	остаток (мазут)	0,45	0,161	0,161	0,129
3	топливный газ + потери	0,03	0,06	0,06	0,048
4	валовый продукт, млрд руб./год	29710	39177,5	39177,5	31314,2
5	прогнозируемые капиталовложения, млн руб.		2,5...3,0	1,0...1,5	0,8...1,0
6	срок окупаемости капиталовложений, лет		2...4	1...2	1...2