

УДК 66-96

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГУДРОНА

П.М.Ярошенко, магистр 152 группа, 1 курс

С.Б.Ромаденкина, к.х.н., доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г.Чернышевского»

г. Саратов

Современный нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) представляет собой сложную химико-технологическую систему. Кроме установок первичной переработки нефти, таких как ЭЛОУ АВТ, в состав завода входят установки, реализующие процессы вторичной переработки прямогонных нефтепродуктов. Какую бы цель не преследовал вторичный процесс, значительная доля всей массы отходов будет приходиться на тяжелые нефтяные остатки - это, как правило, нефтепродукты, которые не нашли более квалифицированного применения, чем использование в качестве компонента котельного топлива, либо сырья для производства битума. Если в составе товарной продукции указывается наличие топочного мазута - это свидетельство низкого уровня развития предприятия и слабого использования потенциала перерабатываемого сырья.

На сегодняшний день в России доля гудрона в объеме производства НПЗ составляет около 20%, а на заводах Западной Европы – менее 10%, ввиду наличия острых проблем обновления и модернизации устаревшего оборудования, отдельных процессов. На заводах, строящихся за границей, остаточные продукты нефти давно подвергаются дальнейшей переработке с целью увеличения глубины переработки нефти до 99%, а также получения дополнительного количества светлых продуктов.

Увеличение глубины переработки нефти достигается внедрением деструктивных процессов переработки вторичного сырья в комплексную систему завода. Одними из перспективных процессов такого назначения являются «Гидрокрекинг» и «Флексикокинг».

Гидрокрекинг – каталитический процесс переработки разнообразного сырья под давлением водорода. Ввод холодного водородсодержащего газа в зоны между слоями катализатора позволяет выравнивать температуры сырьевой смеси по высоте реактора. Основным назначением процесса является производство гидроочищенных бензиновых фракций, товарных керосинов и дизельных топлив, а также сжиженных газов из более тяжелого нефтяного сырья. В качестве используемого сырья на установках гидрокрекинга выступают вакуумные и атмосферные газойли, газойли термического и каталитического крекинга, деасфальтизаты, мазуты, гудроны. При проведении гидрокрекинга используются катализаторы, сочетающие в

себе активность крекинга и гидрогенизации в различных пропорциях для достижения целевого превращения конкретного сырья в желаемый продукт.

На зарубежных нефтеперерабатывающих заводах с глубокой переработкой нефти наличие данного процесса имеет важное значение. Помимо увеличения глубины переработки нефти гидрокрекинг влияет на гибкость технологической схемы предприятия и качество товарной продукции, значительно повышая эффективность его работы. Однако гидрокрекинг гудрона, позволяющий повышать глубину переработки нефти до 80—85 %, требует предварительной подготовки сырья (вакуумная разгонка, деметаллизация и деасфальтизация), а так же осуществляется при повышенном давлении до 20—30 МПа на дорогостоящих оборудовании и катализаторе. Тяжелые виды сырья, включая гудрон, обычно приводят к быстрой потере катализатором активности из-за присутствия гетероатомов и металлов, что требует высокого расхода подпитки свежим катализатором. Высокая потребность в водороде может привести к повышенным затратам там, где водород дорог. Поэтому, с экономической точки зрения, гидрокрекинг является достаточно затратным процессом. Наличие такой установки на территории НПЗ полностью зависит от бюджета и целей производства.

Существует промышленно отработанный, экономически эффективный, непрерывный процесс «Флексикокинг», который позволяет значительно улучшить характеристики и показатели вторичной переработки. Данный процесс объединяет в себе термический крекинг гудрона в кипящем слое циркулирующего кокса и последующую газификацию коксообразных частиц с образованием топливного газа на основе CO и H₂. Сырье перерабатывается в высокоценные жидкие продукты широкой номенклатуры. Технологическое тепло для этапов термической конверсии и газификации обеспечивается за счет частичного окисления углеродистого кокса, образующегося в реакторе коксования. В процессе газификации содержащаяся в коксе сера преобразуется в H₂S, который удаляется с помощью системы аминовой абсорбции, находящейся в блоках установки. Таким образом, технология флексикокинга является экологически безопасным решением для переработки всех видов тяжелых остатков в жидкие продукты и для конверсии кокса в сгорающее топливо с целью оптимизации энергетической интеграции НПЗ. При проведении перспективного процесса «Флексикокинг» получается большое количество топливных дистиллятов, которые становятся высококачественными компонентами моторного топлива, технологично поддающегося сероочистке.

Для лучшего сравнения эффективности рассматриваемых установок, сравним материальные балансы, сведенные по продуктам. В качестве сырья был выбран гудрон, полученный после переработки нефти марки Urals на ЭЛОУ АВТ мощностью 6 млн /т в год. Количество гудрона составило 1 450 000 тонн за год. Коксуемость по Конрадсону 17%, плотность 1018 кг/м³.

Рисунок 1 – Материальные балансы установок

<i>Приход</i>	<i>Гидрокрекинг</i>		<i>Флексикокинг</i>	
	мас. %	т/год	мас. %	т/год
Сырье:				
Гудрон	97	1 406 500	100	1 450 000
ВСГ	3	43 500	-	-
Итого:	100	1 450 000	100	1 450 000
<i>Расход</i>				
Газы (до C4)	5,5	79 750	10,0	1 450 000
ВСГ	0,8	11 600	-	-
Бензин	19,1	276 950	10,7	155 150
Керосин	12,8	185 600	-	-
Дизельное топливо	38,6	559 700	-	-
Легкий газойль	-	-	19,9	288 550
Тяжелый газойль	19,3	279 850	37,8	548 100
Флексигаз	-	-	19,6	284 200
Кокс	2,9	42 050	1	14 500
Потери	1	14 500	1	14 500
Итого:	100	1 450 000	100	1 450 000

Из рисунка 1 видно, что при проведении процесса гидрокрекинга гудрона получается широкий спектр продуктов, однако затраты на их получение будут высоки. Они будут включать в себя себестоимость катализатора и водорода, используемых при проведении данного процесса. Кокс, полученный после проведения процесса гидрокрекинга, не всегда находит должного применения, так как его образуется больше, чем требуется для коксовых производств.

Главным преимуществом процесса флексикокинг является наличие в составе продуктов, так называемого флексигаса. Его производство из кокса обеспечивает дополнительный источник энергии для использования на НПЗ или для интеграции с соседними предприятиями, например, с теплоэлектростанциями (ТЭЦ), которым можно поставлять энергию или продавать газ. В зависимости от условий местного рынка флексигаз может способствовать значительному сокращению затрат на энергообеспечение НПЗ по сравнению с топочным мазутом, природным газом или покупаемой энергией. Таким образом, при проведении процесса флексикокинг до 99% вакуумного гудрона превращается в газообразные и жидкие продукты. Остаточный процент представляет собой твердый кокс.

Рассчитаем примерное снижение затрат на покупку водяного пара для НПЗ, при внедрении процесса флексикокинг в систему вторичной переработки, учитывая дополнительное производство флексигаса.

Количественные показатели по продуктам возьмем из составленного материального баланса.

В качестве примера проведем расчет заводских затрат на водяной пар, приняв примерное количество в зимнее время года. Допустим, завод импортирует 133 000 Гкал водяного пара за весь год, остальные нужды вырабатывает сам. При введении в эксплуатацию процесса флексикокинг возможно будет существенно снизить потребление закупочного пара. Из полученного по материальному балансу флексигаса, в размере 284 200 т будем вырабатывать 50% водяного пара. Средняя калорийность водяного пара, полученного на установке 700 Гкал/т. КПД производства водяного пара 90%. Калорийность флексигаса 782 Гкал/т. Тогда, учитывая КПД производства, будет расходоваться флексигаса:

$$G_{\text{ф}} = 0,9 \cdot 142\,100 = 127\,890 \text{ т/год.}$$

Тогда из флексигаса будет образовываться водяного пара:

$$G_{\text{п}} = 16 \text{ т /час.}$$

При использовании водяного пара, полученного из флексигаса, будет образовываться 95 256 Гкал в год.

Таким образом, с помощью установки флексикокинг возможно обеспечить большую часть импортируемого пара, с существенным снижением затрат. Процесс флексикокинг представляет собой уникальный, в значительной степени отличающийся от других технологий процесс переработки гудрона, при котором производится полностью сгорающий топливный газ, использующийся для оптимизации энергообеспечения НПЗ или для выработки водяного пара. Благодаря использованию получаемой энергии и производству водяного пара, данная технология переработки остатков может стать экономичным решением для переработки тяжелого нефтяного сырья.

Список литературы:

1. *Ахметов С.А.* Технология глубокой переработки нефти и газа./ С.А. Ахметов.-У.: Гилем, 2002,- 672с.
2. *Сабадаш Ю.С.* Гидрокрекинг дистиллятов и мазутов./ Ю.С. Сабадаш.- М. : Химия, 1980. — 132 с.
3. *Ярошенко П.М., Ромаденкина С.Б.* Преимущества технологии флексикокинг над процессом замедленного коксования. / П.М. Ярошенко, С.Б. Ромаденкина.- Ростов-на-Дону: ИУБиП, 2018.- С 116-119.