

И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА И НЕФТЕХИМИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ
И ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

2006
Москва
6
ISSN 0233-5727



www.nph.ru



МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН УСТАНОВОК ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКИ ООО «КИНЕФ»

**В.Е. Сомов, Г.Д. Залищевский, М.М. Гоев, Н.Д. Сергиенко,
Л.М. Пильч, И.Б. Сидоров, С.В. Максимов**

ООО «КИНЕФ», ЗАО «ПИРО»

С середины 90-х годов перед отечественной нефтепереработкой остро встал вопрос производства моторных топлив европейского качества, что потребовало применения новых катализаторов в процессах риформирования бензинов, депарафинизации и гидрообессеривания дизельных дистиллятов. В связи с этим изменились и требования, предъявляемые к составу целевых фракций, выводимых с установок первичной перегонки нефти.

Первичная перегонка нефти в ООО «КИНЕФ» представлена четырьмя типовыми установками: ЭЛОУ-АТ-1; ЭЛОУ-АВТ-2; ЭЛОУ-АТ-6 и ЭЛОУ-АВТ-6 мощностью 1,5; 2,8; 8,0; 8,0 млн т/год соответственно, которые были введены в эксплуатацию в период с 1966 по 1971 гг.

Проведенный анализ показал, что во фракциях с блоков вторичной ректификации бензинов (фр. н.к.-62°C; 62-85°C; 85-180°C) содержится большое количество балластных компонентов, снижающих выход высокооктановых компонентов и сокращающих межрегенерационный цикл работы катализатора риформинга. В отдельных случаях присутствие этих компонентов делает невозможным применение современных катализаторов низкотемпературной изомеризации. Характерно, что компоненты, являющиеся балластными для одной из указанных выше фракций, оказываются ценными для других фракций.

Тяжелые дистилляты (фр. 280-360°C) являются в основном компонентами котельного топлива. Использование их в качестве сырья процессов гидроочистки и депарафинизации дизельных фракций по причине низкого качества (цвет, содержание смол) было невозможно.

Содержание фракций до 360°C составляло в мазуте 7-8% об., а при максимальных загрузках установок по нефти увеличивалось до 10-12% об., что приводило к потерям дизельных фракций для выработки моторных топлив.

Неудовлетворительное качество по фракционному составу — следствие низкой четкости погоноразделения колонных аппаратов. Улучшить их работу оптимизацией технологического режима (флегмовое число, паровое число, давление, температура ввода сырья и т.д.) не удавалось.

Моделирование существующих параметров работы колонного оборудования показало, что основная причина неудовлетворительной работы ко-

лонного оборудования — низкий КПД контактных устройств (тарелок). Изначально в проект закладывали контактные устройства с одинаковым по всей высоте колонны живым сечением, в соответствии с отраслевыми нормами, действовавшими на тот момент (60-70 гг.). Изменение состава сырья и производительности установок привело к изменению величин жидкостных и паровых потоков внутри колонн. Кроме того, эти величины меняются по высоте колонн в очень широких пределах. Например паровой фактор ($F = W\sqrt{\rho_p}$) в отпарной части атмосферной колонны в 10 раз меньше, чем в зонах циркуляционных орошений и в 9 раз выше, чем на тарелках, расположенных непосредственно над вводом сырья в колонну. Как следствие, в некоторых колоннах или в их отдельных секциях тарелки оказывались перегруженными или недогруженными по жидкости или пару. При этом тарелки работали неустойчиво и малоэффективно. Устранить этот недостаток в большинстве случаев возможно только за счет оптимального перераспределения площадей для прохода пара и жидкости всех тарелок по высоте колонного аппарата.

В некоторых случаях снижение эффективности работы тарелок объясняется их физическим износом вследствие коррозионного воздействия агрессивных сред.

Общую эффективность работы колонн снижали также неудачные в большинстве случаев конструкции узлов ввода сырья, горячей струи, ввода и вывода циркуляционных орошений.

Причина неудовлетворительной работы вакуумных колонн установок ЭЛОУ АВТ-6 и ЭЛОУ АВТ-2 — использование клапанно-прямоточных и желобчатых тарелок в качестве контактных устройств. Из результатов расчета следует, что для получения гудрона и вакуумных фракций требуемого качества при остаточном давлении в верху колонны 50 мм рт.ст. с подачей в низ колонны водяного пара необходимо, чтобы общее гидравлическое сопротивление контактных устройств в укрепляющей части колонн составляло порядка 10 мм рт.ст., а эффективность их работы соответствовала 8-ми теоретическим тарелкам. Никакие контактные устройства тарельчатого типа такого низкого гидравлического сопротивления обеспечить не могут. Это возможно только при использовании современных

высокоэффективных регулярных насадок с низким гидравлическим сопротивлением.

В 1996 г. в ООО «КИНЕФ» была разработана и принята программа по модернизации внутренних устройств всего колонного оборудования установок первичной переработки нефти, рассчитанная сроком на восемь лет, цель которой:

- обеспечение высокой четкости погоноразделения;
- улучшение качества фракций, являющихся сырьем вторичных процессов, гудрона, вакуумных погонов;
- увеличение отбора светлых фракций за счет снижения их содержания в мазуте;
- снижение удельных энергозатрат при перегонке обессоленной нефти.

Модернизация колонного оборудования, в том числе проектирование и поставка, была поручена ЗАО «ПИРО», г. Москва.

На основании исходных данных и требований к качеству продукции ЗАО «ПИРО» выполнило последовательный технологический и гидравлический расчет всех колонн для каждой технологической установки, который показал:

- использование в атмосферных колоннах и колоннах, работающих под избыточным давлением, высокоэффективных клапанных трапециевидных тарелок с оптимально выбранным живым сечением для прохода пара и жидкости в каждом конкретном сечении колонны позволит получать продукты требуемого качества;
- использование в вакуумных колоннах высокоэффективных регулярных насадок с низким гидравлическим сопротивлением (для К-10 — насадка «Ваку-пак», для К-5 — «ПИРО-Х-60»*) позволит получать гудрон и вакуумные газоили требуемого качества при заданной производительности вакуумных колонн.

На основании выполненных расчетов были разработаны технические задания на модернизацию внутренних устройств колонных аппаратов. Техническая документация на замену внутренних устройств и технические проекты на изготовление заменяемых по причине отбраковки корпусов колонн (ЭЛОУ-АТ-1 — стрипинги К-3/1,3, К-3/2 и стабилизатор К-4; ЭЛОУ-АТ-6 — колонна К-2 и стрипинги К-6,7; ЭЛОУ-АВТ-6 — стрипинг К-6) разработаны ЗАО «ПИРО», которое также осуществляло поставку внутренних устройств, включая приварные и опорные элементы тарелок, полотна тарелок, узлы ввода и т.д. В случае замены корпусов аппаратов ЗАО «ПИРО» поставляло только съемные элементы и полотна тарелок.

Замену внутренних устройств колонного оборудования проводили в период капитальных ремонтов

* Пат. РФ на изобретение № 2184606 от 10.07.2002 г. «Блок структурированной насадки для тепломассообменных аппаратов».

с 1996 по 2004 гг. Было изготовлено и смонтировано 290 т конструкций внутренних устройств из коррозионно-стойкой стали и 164 т из углеродистой стали для 32-х аппаратов колонного типа.

Анализ работы установок первичной перегонки нефти после модернизации показал, что все проектные показатели, касающиеся производительности, качества получаемых продуктов, удельных энергозатрат, были достигнуты.

Фактические данные по остаточному содержанию светлых в мазуте и по углеводородному составу целевых фракций сырья вторичных процессов до и после замены контактных устройств приведены на рис. 1, 2 и в таблице.

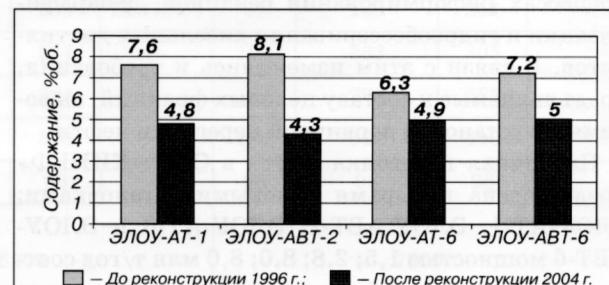


Рис. 1. Содержание светлых (фр. <360°C) в мазуте

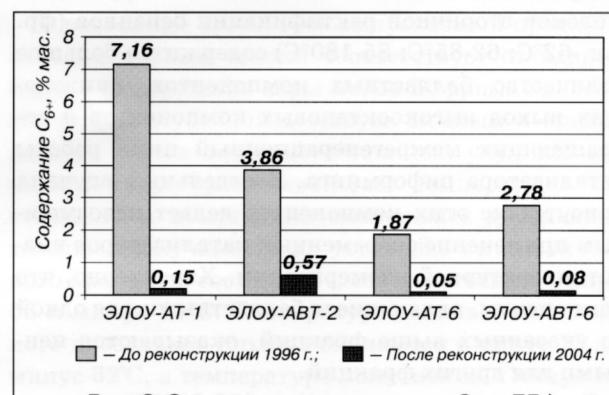


Рис. 2. Содержание углеводородов C₆₊ в ПБФ

Содержание балластных компонентов в бензиновых фракциях (% мас.) до и после реконструкции

Установка	До реконструкции	После реконструкции
Л-35-11/300 — низкотемпературная изомеризация (фр. н.к.-62°C)	До C ₄ — 15,5	До C ₄ — 3,1
	C ₇₊ — 7,41	C ₇₊ — 0,3
ЛГ-35-8/300Б — бензольный риформинг (фр. 62-85°C)	До н-C ₆ — 14,7	До н-C ₆ — 9,9
	C ₈₊ — 2,3	C ₈₊ — 0,3
ЛЧ-35-11/1000 — риформинг широкой фракции бензина (фр. 85-180°C)	фр. н.к. -72°C — 10,5	фр. н.к. -72°C — 2,7

Экономическая эффективность от снижения количества балластных компонентов в целевых фракциях первичной переработки — сырья установок вторичных процессов, приведена ниже:

- снижение затрат на процесс газофракционирования вследствие уменьшения количества C_{6+} в ПБФ;
- увеличение октанового числа изомеризата на установке Л-35-11/300 (фр. н.к.-62°C) более чем на 13 пунктов и увеличение выхода катализата на сырье до 98 % (новый катализатор СИ-2, температура процесса — 130°C) при отсутствии в сырье высококипящих компонентов (C_{7+} — не более 1%);
- увеличение выработки товарного бензола на установке Л-35-8/300Б с 130 до 180 т/сут за счет максимального уменьшения доли бензолобразующих во фр. н.к.-62°C и фр. 85-180°C с концентрированием их во фр. 62-85°C;
- увеличение четкости разделения бензольной фр. 62-85°C и широкой бензиновой фр. 85-180°C и следовательно повышение экономической эффективности бензинового риформинга за счет увеличения межрегенерационного цикла катализатора до 2,5 лет и снижение энергозатрат вследствие уменьшения в сырье риформинга балластных фракций, выкипающих до 80°C (их ароматизация затруднена, а повышенное содержание приводит к увеличению газообразования и снижению выхода катализата);
- увеличение количества прямого дизельного топлива за счет глубины отбора почти на 100 тыс.т/год;

- увеличение содержания н- C_{10} - C_{13} в целевой фр. 200-300°C (сырье установок «Парекс») с 40 до 50% за счет модернизации внутренних устройств атмосферных колонн наряду с оптимизацией режимов.

В результате реконструкции вакуумных колонн ЭЛОУ-АВТ-2 и ЭЛОУ-АВТ-6 содержание фракций до 500°C в гудроне снизилось до 6-8% об., что обеспечило сокращение времени окисления гудрона на битумных установках и выпуск битумов с улучшенными свойствами. Изменение основных свойств легкого вакуумного газойля (фракционный состав, температура застывания, цвет) позволило использовать его в качестве компонента летнего дизельного топлива (после гидроочистки), а высокое качество выводимого с установок тяжелого вакуумного газойля — в качестве сырья катализического крекинга.

Результаты проведенного экономического расчета показывают, что только вследствие уменьшения количества балластных компонентов в целевых фракциях и снижения содержания светлых в мазуте срок окупаемости капитальных затрат по замене внутренних устройств колонного оборудования составляет менее четырех месяцев.