

УДК 665.6

ВАРИАНТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ МАЛОТОННАЖНЫХ УСТАНОВОК АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

А.Р. Фаизов¹⁾, С.К. Чуракова¹⁾, И.Д. Нестеров¹⁾, Р.Н. Резяпов²⁾

¹⁾Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

²⁾НПО «Санкт-Петербургская Электротехническая компания»,
г. Санкт-Петербург

В настоящее время по мере развития мини-НПЗ становятся актуальными вопросы интенсификации работы установок атмосферной перегонки нефти с условием максимально эффективного использования существующего оборудования и увеличением производительности по нефти в 1,9-2 раза [1].

Нами были разработаны предложения по увеличению производительности двух установок атмосферной перегонки нефти АТ-1 и АТ-2 в пределах одного мини-НПЗ. По проекту предприятие перерабатывает 750 тыс. т в год сырой малосернистой нефти по двухколонной схеме с получением следующих продуктов: нестабильный бензин, легкий и тяжёлый атмосферный газойли, мазут и углеводородный газ. На этих установках рассматривалась задача практически двукратного увеличения производительности: производительность АТ-1 увеличивается с 250 до 500 тыс.т нефти в год, а производительность АТ-2 – с 500 до 900 тыс.т нефти в год. Суммарная производительность по нефти по планам модернизации предприятия увеличивалась до 1400 т. тонн нефти в год.

Общие проектные решения на данных установках: блок ЭЛОУ, двухколонная схема переработки нефти, стриппинг-секции для вывода лёгкого и тяжёлого атмосферного газойлей. Однако системы конденсации паров верха колонн на установках существенно отличаются: на АТ-1 предусмотрена общая система конденсации паров верха колонн К-1 и К-2, а на установке АТ-2 система конденсации отдельная для каждой колонны. На первом этапе расчётного анализа нами были проведены обследования действующих установок и созданы их математические модели в расчётной среде UniSim Design. Результаты моделирования позволили выявить ряд недостатков в проектных решениях и результатах работы каждой их установок. Так, например, на установке АТ-2 удельные парожидкостные нагрузки основной части трапециевидно-клапанных тарелок в укрепляющих секциях ректификационных колоннах К-1 и К-2 находятся на границе или вне пределов области их эффективной и устойчивой работы, значительная доля высокопотенциального тепла потоков мазута и атмосферного газойля не используется для подогрева потоков нефти и теряется при их охлаждении в АВО, а для подогрева потока сырой нефти используется низкопотенциальное

тепло дистиллятных потоков колонн К-1 и К-2, кроме того, теплоотвод первым циркуляционным орошением колонны К-2 осуществляется только в одном теплообменном аппарате, соответственно, при его выходе из строя будет невозможно обеспечить теплосъём в колонне К-2, что вызовет необходимость остановки всей установки.

По установке АТ-1 обнаружены следующие ключевые моменты лимитирующие интенсификацию её работы и получение заданного качества продуктов разделения [2]: низкая температура подогрева нефти в теплообменниках (190°C) уменьшает четкость разделения и величину отбора бензиновой фракции в колонне К-1, завышенный диаметр колонны К-1 обуславливает работу трапецевидно-клапанных тарелок вне области устойчивой работы, существующая конструкция змеевика нагрева отбензиненной нефти в печи П-1 и конфигурация трансферного трубопровода от печи П-1 до колонны К-2 приводит к снижению отбора суммы светлых нефтепродуктов от потенциала в нефти, малоэффективная работа тарелок в колонне К-2: клапанных в отгонной секции и трапецевидно-клапанных в секции укрепления дизельной фракции, высокое значение удельных энергозатрат на перегонку нефти вследствие неоптимальной схемы организации теплообмена для нагрева нефти горячими потоками и высокого давления в колонне К-2, что обусловлено использованием объединенной системы конденсации дистиллятов из колонн К-1 и К-2.

В целом, был сделан вывод, что, согласно проекта, на обеих установках схема теплообмена выбрана без современного оптимизационного подхода, и она не обеспечивает достаточную степень рекуперации тепла, а контактные устройства в колоннах К-1 и К-2 обеих установок работают вне диапазона их устойчивой и эффективной работы. В этой связи нами был разработан комплекс технологических мероприятий, обеспечивающих увеличение производительности и повышение суммы отбора светлых нефтепродуктов на основе повышения рекуперации тепла в системах теплообмена установок, нормализации работы существующих тарелок в конкретных секциях и замены тарелок на насадку в случае невозможности оптимизации работы существующих контактных устройств. Предложенные решения можно условно разделить на две группы: мероприятия применимые для обеих установок и мероприятия рекомендованные для конкретной установки.

Общие предложенные нами технологические решения, обеспечивающие повышение производительности переработки нефти предусматривали: энергосберегающую технологию частичного отбензинивания нефти с организацией двухуровневого ввода нагретых в теплообменниках потоков нефти в ректификационную колонну К-1, оптимизацию схемы теплообмена с увеличением степени рекуперации тепла, а также повышение эффективности теплообмена за счет большей скорости потоков при изменении обвязки теплообменников трубопроводами, интенсификацию работы существующих

тарелок в некоторых секциях колонн и замену тарелок на перекрёстноточную насадку, характеризующуюся более широким диапазоном устойчивой работы при высокой эффективности массообмена [3].

Конкретные технологические решения по установке АТ-2 предусматривали замену 20 трапецевидно-клапанных тарелок в укрепляющей секции ректификационной колонны К-2 на эквивалентное число модулей регулярной перекрестноточной насадки и организацию дополнительного потока для подогрева сырой нефти, направляющегося в существующие теплообменники в целях повышения степени рекуперации тепла и отсутствия необходимости установки новых воздушных холодильников при повышении производительности.

По установке АТ-1 были выданы следующие рекомендации: увеличение фракционирующей способности колонны К-2 за счет изменения размеров рабочей площади существующих трапецевидно-клапанных тарелок, замена тарелок в отгонной секции колонны К-2 на модули эффективной перекрестноточной насадки (4 шт.), увеличение расхода водяного пара до 1,2 % на сырье колонны, изменение конструкции змеевика нагрева отбензиненной нефти в печи П-1 и конфигурации трансферного трубопровода от печи П-1 до колонны К-2, в целях обеспечения требуемой доли отгона сырья в зоне питания колонны К-2 и увеличения отбора дизельной фракции заданного качества, создание отдельных систем охлаждения и конденсации дистиллятов в колоннах К-1 и К-2 для поддержания оптимального давления в этих колоннах.

Разработанные предложения по техническому перевооружению установок позволят увеличить их производительность и повысить эффективность переработки нефти. По ходу технологических расчётов были определены оптимальные параметры технологического режима и материальный баланс переработки нефти, которые обеспечат получение продуктов заданного качества при увеличении чёткости ректификации и повышении отбора суммы отбора светлых нефтепродуктов от потенциала (табл.1,2) .

Таблица 1 - Материальный баланс переработки нефти на установке АТ-1

Наименование	До модернизации		После модернизации	
	Выход, % масс.на нефть	Расход, кг/ч	Выход, % масс.на нефть	Расход, кг/ч
Взято: нефть сырая	100,0	38470,8	100,00	62500,0
Получено:				
Углеводородный газ	2,0	766,7	1,07	667,3
Бензиновая фракция	16,05	6175,0	16,07	10045,4
Атмосферный газойль	41,88	16112,5	41,99	26245,9
Мазут	40,07	15416,7	40,87	25541,4
Итого	100,0	41,7	100,0	62,5

Таблица 2 - Материальный баланс переработки нефти на установке АТ-2

Наименование	До модернизации		После модернизации	
	Выход, % масс.на нефть	Расход, кг/ч	Выход, % масс.на нефть	Расход, кг/ч
Взято: нефть сырая	100,0	62562,5	100,0	112500,0
Получено:				
Углеводородный газ	0,5	312,4	0,50	562,5
Бензиновая фракция	21,5	13439,9	21,84	24570,0
Атмосферный газойль	29,5	18477	35,64	40095,0
Мазут	48,4	30306,4	42,02	47272,5
Итого	100,0	62535,6	100,0	112500,0

В таблицах 1 и 2 представлены материальные балансы установок до и после модернизации. Различие в выходе бензиновых фракций при том же качестве перерабатываемого сырья объясняется получением на установке АТ-1 бензина более лёгкого фракционного состава (н.к.-160°C).

Предложенный комплекс мероприятий позволит обеспечить повышение производительности установок АТ-1 и АТ-2 практически в два раза, повышение четкости разделения в ректификационных колоннах К-1 и К-2, повышение отбора суммы светлых нефтепродуктов до 95 % от их потенциала в нефти и получение мазута с низким (5% об.) содержанием фракций, выкипающих до температуры 360°C. Энергосберегающая технология частичного отбензинивания с двухуровневым вводом сырья в колонну К-1 обеспечит сокращение кратности орошения при высоком отборе бензиновой фракции в колонне К-1 (на уровне 70% от общего отбора бензиновой фракции на установке).

Литература

1. Чуракова С.К. Предложения по увеличению производительности малотоннажной установки атмосферной перегонки нефти/ Чуракова С.К., Резяпов Р.Н., Нестеров И.Д., Фаизов А.Р.// Нефтегазпереработка-2016: сб матер. междунар. науч.-практ. конф./Уфа: ГУП ИНХП РБ. – 2016. – С. 172-173.
2. Чуракова С.К. Анализ фактической работы и предложения по модернизации малотоннажной установки АТ / Чуракова С.К., Резяпов Р.Н., Нестеров И.Д., Фаизов А.Р.// Нефтегазпереработка-2016: сб матер. междунар. науч.-практ. конф./Уфа: ГУП ИНХП РБ. – 2016. – С. 174-175.
3. Пилюгин, В.В. Разработка и промышленная реализация технологии частичного отбензинивания нефти в перекрёстноточной насадочной колонне на установках ЭЛОУ-АВТ и ЭЛОУ-АВТ-3 ОАО «Орскнефтеоргсинтез» /В.В. Пилюгин, И.Д. Нестеров, С.К. Чуракова, К.Ф. Богатых // Башкирский химический журнал. – 2009. – т.16. – № 2.- С.43-46.