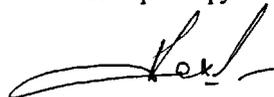


На правах рукописи



РАХИМОВ ХАЛИЛ ХАЛЯФОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
БЕНЗИНОВ И АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА ОАО «САЛАВАТНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»**

Специальности: 02.00.13 - Нефтехимия
07.00.10-История науки и техники

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Уфа-2005

Работа выполнена в Уфимском государственном нефтяном техническом университете и ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»

Научные руководители:

кандидат химических наук,
профессор
Сыркин Алик Михайлович

кандидат технических наук
Мнушкин Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Хабибуллин Раис Рахматуллович

кандидат технических наук,
Елисеева Ирина Сергеевна

Ведущее предприятие:

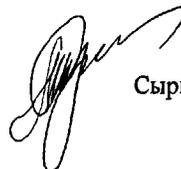
ОАО «Уфанефтехим»

Защита состоится: 1 июля 2005 г. в 16-30 на заседании диссертационного совета Д 212.289.01 при Уфимском государственном нефтяном техническом университете по адресу: 450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Автореферат разослан «30» мая 2005 г.

Ученый секретарь Диссертационного Совета



Сыркин А. М.

Актуальность темы. Производство и переработка бензиновых фракций является одним из ключевых процессов нефтехимических производств и направлена как на выпуск автомобильных и авиационных бензинов, так и для получения важной нефтехимической продукции, включая ароматические углеводороды, этилен, пропилен, бутан-бутиленовую (ББФ), бутадиеновую (БДФ), изобутиленовую и изоамиленовую фракцию.

В связи с всё возрастающими требованиями к качеству автомобильных бензинов (переход на неэтилированные бензины с пониженным содержанием бензола), необходимостью переработки высокосернистых нефтей и газовых конденсатов Оренбургского и Карачаганакского месторождений (ОГК, КГК) опыт становления и совершенствования производства бензиновых фракций на крупнейшем в России Салаватском нефтехимическом комбинате, ныне ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» (СНОС), представляется актуальным как в научном, так и практическом плане.

Цель работы:

- изучение исторических аспектов становления и совершенствования процессов первичной и вторичной переработки нефтяного и газоконденсатного сырья на НПЗ ОАО «СНОС», производства бензиновых фракций и ароматических углеводородов;

- анализ модернизации основных технологических процессов, определяющих качество и объем производимых бензиновых фракций и в частности:

- анализ результатов реконструкций установок АВТ, направленных на увеличения выработки сырья для каталитического крекинга (КК);

- ретроспективное рассмотрение проведённых модернизаций оборудования КК и используемых на установках катализаторов;

- обобщение опыта работы установок каталитического риформинга (КР).

Научная новизна. Впервые, на основе изучения архивных материалов, отчётов, документов и научных публикаций, представлены в историко-техническом аспекте этапы становления, модернизации и совершенствования процессов первичной и вторичной переработки высокосернистых нефтей и газоконденсатов на НПЗ ОАО «СНОС».

Впервые рассмотрены особенности переработки на НПЗ «СНОС» высокосернистого углеводородного сырья, в том числе ОГК и КГК.

Установлена высокая эффективность и технологичность катализатора риформинга RG-482 для переработки бензиновых фракций КГК.

Подтверждена перспективность использования перекрестноточных насадок «Петон» в процессах фракционирования газоконденсатов на ЭЛОУ-АВТ-4 с целью увеличения выхода вакуумного газойля - сырья КК, а также фракционирования гидроочищенных бензиновых фракций на ГО-4, что одновременно позволило существенно улучшить качество риформата (Л-35-11/1000) и увеличить производство бензола на установке Л-35-6/300.

Практическая значимость. Результаты работы использовались при ре-

конструкции и модернизации установок Л-35-6/300, Л-35-11/1000, ГО-4, ЭЛОУ-АВТ-4. Фактический материал и сделанные выводы учтены при составлении перспективного плана дальнейшего развития НПЗ ОАО «СНОС» и могут быть полезными для предприятий отрасли, перерабатывающих высокосернистое нефтяное сырьё, в частности ОАО «УНПЗ». Основные положения работы могут быть включены в специализированные учебные курсы по нефтепереработке и нефтехимии.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на II, III Международной научной конференции «История науки и техники-2002, 2003», III и IV Конгрессе по нефтепереработке и нефтехимии (Уфа-2003, Уфа-2004 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 статей и 4 тезиса докладов.

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, приложения, выводов и списка литературы из 121 наименования, изложена на 158 страницах машинописного текста, включая 18 рисунков и 57 таблиц.

Первая глава посвящена этапам становления и совершенствования основных производств НПЗ ОАО «СНОС», связанных с получением и переработкой бензиновых фракций и ароматических углеводородов, и динамикой их производства. Рассмотрены современные требования к автомобильным бензинам и перспективные процессы для их получения.

Во второй главе обсуждаются основные реконструкции, касающиеся модернизации установок фракционирования нефтяных дистиллятов и получения сырья для КК и КР, и полученные при этом результаты.

В третьей главе проведён анализ модернизаций оборудования процессов КК и эффективности используемых в них катализаторов.

Четвёртая глава посвящена анализу работы установок КР и проведенным модернизациям процесса, направленных на выпуск компонентов высокооктановых бензинов и индивидуальных ароматических углеводородов.

Приложения содержат материальные балансы производства бензиновых фракций с 1970 по 2004 г. на НПЗ ОАО «СНОС».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Становление основных производств НПЗ ОАО «СНОС»

Первоначально НПЗ в составе комбината №18 (так первоначально именовалось ОАО «СНОС») был запроектирован как завод для производства бензинов и дизельного топлива с использованием процессов гидрогенизации угля и тяжёлых сернистых мазутов с выпуском до 500 тыс.т. продукции. Однако в связи с бурным развитием нефтедобычи в Башкирии и появлением возможности переработки более перспективного сырья - нефтей Ромашкинского, Шкаповского и Ишимбайского месторождений в 1953 году было принято решение о строи-

тельстве НПЗ мощностью 3 млн.т.

Директором строящегося НПЗ был назначен Березовский И.А., главным инженером Пищаев П.М..

Ретроспективно рассматривая становление и развитие НПЗ условно можно выделить 4 основных этапа:

Первый этап (1953-1960 г. г.) — *строительство и пуск основных производственных мощностей, и освоение переработки на них сернистых нефтей.*

В 1955 году были введены в строй установки электрообессоливания нефти ЭЛОУ-1, атмосферной трубчатки АТ-1, две установки КК 43-102, газодифракционирующая установка.

Первую товарную продукцию НПЗ стал выдавать в 1956 году после строительства и пуска ЭЛОУ-2,3, трёх установок АВТ, трёх установок термокрекинга (ТК). В это время директором НПЗ был Астапов И.Л., главным инженером Коняев А.С.

В дальнейшем НПЗ возглавляли Гальперин Б.М., Гималов К.М., Кутушев М.Н., Майстренко С.И., Савин Е.М., Захаров В.А., а в настоящее время им руководит Батуллин М.Г.

В 1957 году пущена в строй четвёртая установка ЭЛОУ, вторая установка АТ.

В 1958 году введены в эксплуатацию третья установка КК, установки гидроформинга, серноокислотного алкилирования, абсорбционно-газодифракционирующей установки, что позволило существенно расширить производство автомобильных топлив. В 1959-1960 г.г. вступили в строй установки ЭЛОУ-5, АВТ-4 и ГФУ-2.

В конце 50-х годов была осуществлена реконструкция установки термического крекинга на схему висбрекинг-термический риформинг. В качестве сырья использовался прямогонный бензин (ПБ) с октановым числом 40-44 и не содержащий головных фракций. Октановое число, получаемого риформата, составляло 68 пунктов. В свою очередь, если переработке подвергался ПБ с головной фракцией, то октановое число возрастало всего на 12 пунктов. Стоимость реконструкции одной крекинг-риформинг установки, в ценах того времени, составляла всего 10-15 тыс. руб. С повышением объёма термического риформирования увеличилось количество газов с довольно высоким содержанием непредельных углеводородов, в том числе и бутиленов, фракционированием которых получено дополнительное количество высокооктанового газового бензина и ценного сырья для нефтехимии.

С пуском процесса термического риформинга был сокращен выпуск этилированных бензинов, обеспечено высвобождение высокооктановых компонентов бензинов каталитического крекинга, которые стали использовать при компаундировании в процессах производства высокооктановых бензинов. *В условиях дефицита, в то время, мощностей каталитического риформинга и каталитического крекинга в недра рассмотренной схемы явилось оправданным.*

Второй этап (1961-1972 г.г.) - *дальнейшее развитие и реконструкция основных производств, связанных с переработкой высокосернистой Арланской нефти, начавшей поступать в больших объемах в 1961 году по нефтепроводу «Калтасы-Салават».*

При переработке высокосернистых нефтей предприятие столкнулось с большими трудностями, связанными со сложностью обессоливания нефти, высокой коррозионной способностью технологических потоков, качеством получаемой продукции, тяжёлыми условиями работы каталитических процессов, экологическими проблемами и др.

Большую помощь в решении указанных задач внесли сотрудники бывшего БашНИИ НП: Эйгенсон С.М., Фрязинов В.А., Хабибуллин С.Г., Креймер М.Л., ВНИИ Нефтехима - Масагутов Ф.М., Жарков Б.Б. и др. Важное значение имели и работы, проведённые в ИХ Баш ФАН СССР по изучению состава и свойств сераорганических соединений нефтей, проведенные под научным руководством Оболенцева Р.Д. и Ляпиной Н.К.

В 1965-1974 годах были построены и введены в строй установки гидроочистки Л-24-6 и ЛЧ-24-7, лёгкого гидрокрекинга Л-16-1 общей проектной мощностью-3.6 млн.т/г, очистки прямогонных газов каталитического риформинга ЛЧ-35/-11-600, платформинга Л-35-6/300, чёткой ректификации производительностью 1.5 млн.т./г., полимеризации ППФ -100 000 т/г.

Третий этап (1972-1982 г.г.) — *связан с началом переработки на НПЗ, впервые в отрасли, газового конденсата Оренбургского ГКМ.*

Особенностью этого сырья является существенное большее содержание светлых, что принципиальным образом изменило режимы фракционирования сырья. Повышенное содержание меркаптанов и возможность их попадания в легкие бензиновые фракции предопределило необходимость их сероочистки или гидроочистки. Более низкое содержание нафтеновых и ароматических углеводородов в легких погонах ОГКМ накладывает определенные сложности на процесс каталитического риформирования бензиновых фракций. Всё это потребовало реконструкции процессов термического крекинга, переоборудование блока стабилизации АГФУ под атмосферную перегонку, установки гидроочистки ЛЧ-24-7 под гидроочистку бензиновых фракций. Важным событием в истории завода стало строительство комплекса по переработке газоконденсатного сырья, введенного в строй в 1978 году. При этом объём переработки нефтяного сырья возрос с 8 до 12,2 млн. т/г.

Четвёртый этап (1982-2004 г.г.) — *характеризуется кардинальным изменением структуры сырьевой базы нефтепереработки НПЗ СНОС, связанный с падением добычи нефти в Башкирии и снижением поступления ОГК. Суммарный объём нефтепереработки в период 1982-1984 г.г. понизился до 10 млн. т/г. В 1982 году на правительственном уровне было принято решение о восполнении сырьевого дефицита за счет поставки Карачаганакского газоконденсата (КГК).*

Основное падение объёмов нефтепереработки, из-за нехватки сырья, происходило в период с 1987 по 1996 г.г. до 6 млн. т/г и далее за последние 8 лет оставалось практически на постоянном уровне. Первоначально переработка КГК осуществлялась на действующих установках ЭЛОУ-1,3, АГФУ-1, ТК-3. Одновременно совершенствовались внутривзаводские схемы для переработки нового сырья, так в 1990 году после реконструкции под атмосферную перегонку конденсата введена в строй установка ТК-2 мощностью 1,3 млн. т/г. Завершающим в этот период мероприятием, направленным на переработку КГК, явилось строительство и пуск в 1999 году единственной в России, работающей на газовом конденсате, установки ЭЛОУ-АВТ-4 мощностью 4 млн. т/г. В этот же период выведены из эксплуатации морально устаревшие установки ЭЛОУ-1,3, АВТ-2, ГФУ-2, а также одна из трёх установок каталитического крекинга.

К 2000 году доля перерабатываемого газового конденсата в общем объёме переработки сырья достигла рекордно высокой величины 62%, а затем к 2004 году понизилась до 40%.

Особенность заключительного периода (1991-2004 г.г.) рассматриваемого этапа заключается в том, что предприятие с началом экономических реформ испытывало острый дефицит оборотных средств и вынуждено было работать преимущественно по договорам процессинга, перерабатывая самое разнообразное давальческое сырьё в условиях хронической недогрузки мощностей. Это, в свою очередь, обусловило особые требования к обеспечению технологической устойчивости осуществления процессов и стимулировало приобретение и монтаж новых современных внутренних массообменных устройств, типа регулярной перекрестноточной насадки «Петон», позволяющей осуществлять эффективную дистилляцию при широком изменении нагрузок по жидкой и паровой фазам.

Немаловажное значение для регулирования и оптимизации режимов переработки имело применение на установке ЭЛОУ-АВТ-4 современного микропроцессорного оборудования.

В период 2001-2003 г.г. для бесперебойной работы НПЗ был создан новый резервуарный парк для приёма газового конденсата, проведена реконструкция наливной эстакады, обеспечивающая необходимый слив и налив нефти, газового конденсата и прямогонного бензина, а также автоматизированная система налива нефтепродуктов в автоцистерны.

Динамика изменения количества и типа перерабатываемого сырья (нефть-конденсат) за последние 30 лет показана на рис.1, из которого видно всё возрастающее значение газоконденсатов в структуре переработки в настоящее время. В свою очередь, в общем объёме переработки газоконденсатов доля КГК в 2202-2004 г.г. достигла 60-80% .

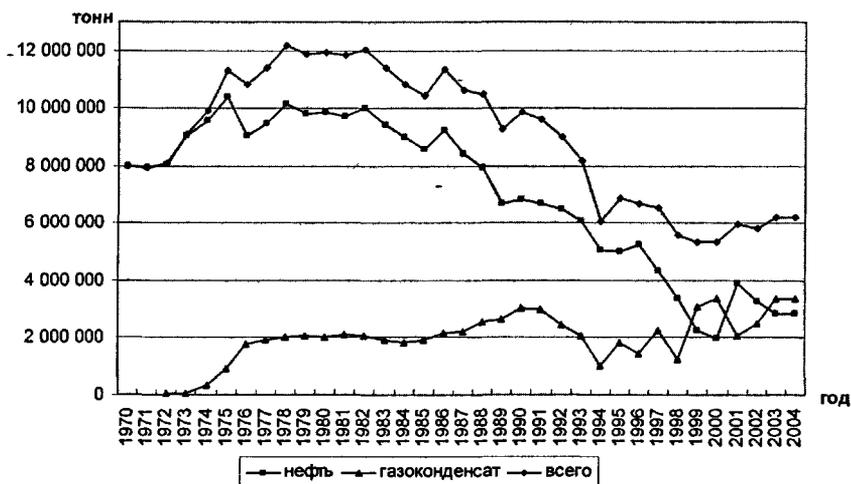


Рис.1. Изменение переработки нефти и газоконденсата в 1970-2004 г.г.

Динамика изменения количества производимых бензиновых фракций (БФ), включая бензин для нефтехимии, приведена на рис.2.

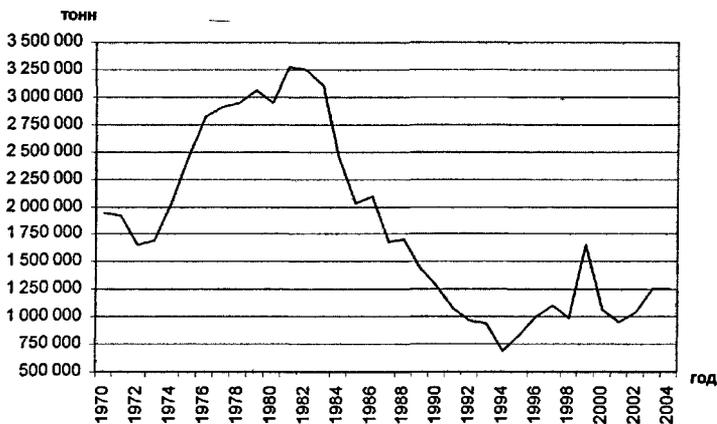


Рис 2 Производство бензиновых фракций в 1970-2004 г.г.

Видно, что минимальное производство БФ приходится на 1994 год и в первую очередь связано с резким снижением поступающего на ОАО «СНОС»

газоконденсатного сырья.

В свою очередь производство ароматических углеводородов подвергалось меньшим колебаниям (рис. 3), что определялось более устойчивой потребностью на бензол, и в первую очередь для нефтехимических производств ОАО «СНОС».

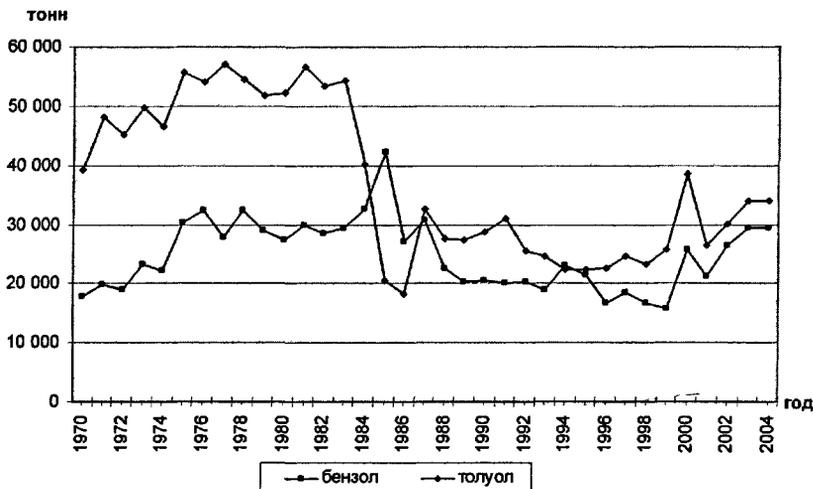


Рис. 3. Динамика производства ароматических углеводородов

В зависимости от потребностей в количестве и требований к качеству автомобильных топлив изменялось соотношение производимых этилированных и неэтилированных бензинов (рис.4). Начиная с 1997 года производство этилированных бензинов полностью прекращено.

В 2000 году был получен допуск на выработку автобензинов Нормаль-80, Регуляр-91, Премиум-95, Супер-98, а в 2001 году на бензин Регуляр-92.

В связи с резким ростом количества импортных автомобилей в стране, с одной стороны, и ужесточением требований к экологическим характеристикам топлив, *приоритетным в ближайшие годы будет производство высокооктановых бензинов, удовлетворяющих европейским стандартам.* Кроме того, важнейшей проблемой остаётся дальнейшее углубление переработки нефтяного сырья, поскольку в настоящее время, хотя она и составляет наивысшую достигнутую на НПЗ величину (65-72%), однако существенно ниже, чем у ведущих мировых производителей нефтепродуктов (85-96%).

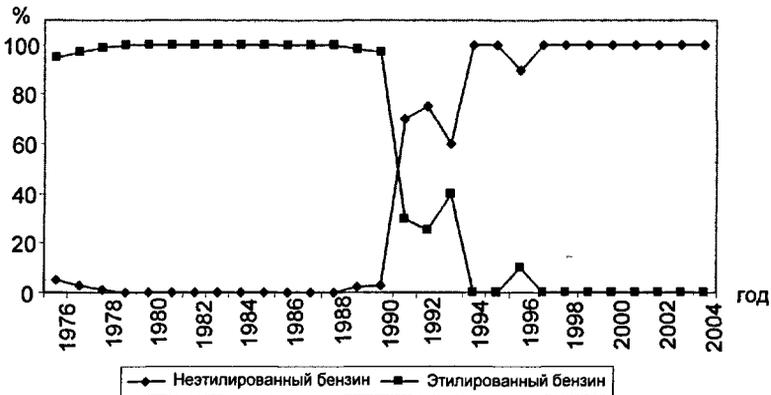


Рис.4 Динамика производства этилированных и неэтилированных бензинов

Изменение глубины переработки нефтяного сырья на НПЗ ОАО «СНОС» за последние 20 лет показано в табл.1, которая в определённой мере коррелируется, с одной стороны, с долей поступающих газоконденсатов, а с другой, с совершенствованием вторичных процессов нефтепереработки и использованием современных катализаторов каталитического крекинга и риформинга.

Таблица 1.

Глубина переработки нефтяного сырья

Период	Глубина переработки. %	Период	Глубина переработки. %
1985	60,1	1995	54,4
1986	63,4	1996	52,9
1987	65,5	1997	55,5
1988	68,3	1998	69,6
1989	68,0	1999	69,6
1990	69,1	2000	72,1
1991	69,1	2001	63,0
1992	63,3	2002	69,2
1993	59,4	2003	70,3
1994	49,4	2004	73,3

Для решения задачи увеличения степени переработки нефти и газоконденсатов и улучшения качества получаемых бензиновых фракций потребуются в первую очередь дальнейшее совершенствование установок вторичных процессов переработки нефтяного сырья (КР, КК, гидроочистки), а также снижение содержания бензола в товарных автомобильных бензинах и расширение производства сырья для синтеза высокооктановых добавок (МТБЭ, МТАЭ и др.).

Анализ литературных данных и опыт работы Российских НПЗ показал,

что одним из перспективных направлений получения бензиновых фракций высокого качества являются процессы алкилирования, изомеризации и гидроизомеризации, эффективно использующиеся на ряде предприятий отрасли. В связи с этим строительство указанных установок включено в перспективный план развития ОАО «СНОС».

Глава 2. *Совершенствование атмосферно-вакуумных трубчатых установок*

АВТ на НПЗ ОАО «СНОС», построенные еще в 1955 году, работали по топливной схеме, при этом вакуумная часть АВТ служила для получения вакуумного дистиллята (ВД), используемого в качестве сырья для установок каталитического крекинга, и полугудрона-сырья установок термического крекинга. Используемые на первом этапе работы вакуумные дистилляты Шкаповской нефти содержали фракцию, выкипающую до 350°C в количестве 20-25% и концом кипения 530°C. Фактически не было необходимости более глубокого выделения светлых нефтепродуктов, поскольку это привело бы к ухудшению качества сырья для КК и ТК. Отбор светлых на АВТ при переработке Шкаповской нефти составил 52%, а ВД указанного качества 15-17%. Такой отбор ВД позволял держать температуру на выходе из печи 390°C, а температура газов на перевале печи вакуумного блока составляла 550-600°C при допустимой 825°C, что указывало на существенный резерв её мощности. Для использования этого резерва была изменена схема потоков в печи, в результате которой она использовалась и для подогрева нефти. Это позволило уже в 1955 году увеличить производительность АВТ с 3400 до 4000 т в сутки при сохранении качества получаемых дистиллятов.

В 1958 году Б.М. Гальперин предложил схему прямой перекачки продуктов АВТ, было достигнуто улучшение технико-экономических показателей за счёт изменения взаимосвязи её работы с другими установками. Было осуществлено снабжение нефтью установок ЭЛОУ и АВТ, минуя резервуары промежуточных парков. Производимый бензин, керосин, ДТ, вакуумный газойль стали перекачиваться, минуя промежуточные парки непосредственно в товарные или сырьевые парки установок, где проводилась их дальнейшая переработка. При этом полугудрон АВТ подавался непосредственно в испаритель установки ТК.

Это сократило потери ценных газовых компонентов и головных фракций бензина и за счёт сокращения перекачек дало экономию электроэнергии в 7200 кВт/ч в сутки.

Дальнейшие мероприятия по интенсификации работы АВТ проведены в 1962 году под руководством Франгуляна А.А. Производительность установок удалось повысить за счёт понижения сопротивления на выкиде сырьевых насосов и увеличения числа потоков до 3-4-х, вместо 2-х по проекту. Первая и вто-

рая ректификационные колонны атмосферной секции были пересчитаны и переведены на избыточное давление с 2.0 и 0.4 до 5.0 и 2.0 ати соответственно. Для обеспечения нормальной подачи сырья и откачки продуктов, был заменён ряд насосов на более мощные, а также установлен дополнительный третий сырьевой насос. Температурный режим К-1 был изменён таким образом, чтобы обеспечить выход максимального количества бензина, при минимальном орошении.

Интересными являются результаты полученные в начале 60-х годов по обследованию работы АВТ, перерабатывающей Арланскую нефть. Относительно производства бензиновых фракций был сделан основной вывод о том, что необходимо сузить предел их выкипания до 85-120°C, поскольку в них наблюдалось пониженное содержание нафтеновых фракций, крайне необходимых в процессе последующего каталитического риформинга.

На основании исследований, проведенных в конце 80-х годов сотрудниками ИП НХП АНРБ совместно со «СНОС», была разработана современная технология первичной переработки КГК, реализацию которой осуществили в 1998 году после строительства на заводе установки ЭЛОУ-АВТ-4 (рис.5). Технология включает: электрообессоливание и обезвоживание КГК, частичное отбензинивание в неполной ректификационной колонне К-210 с предварительной дегазацией газового конденсата в испарителе Е-200, атмосферную перегонку в сложной ректификационной колонне К-220 с отгонными секциями для боковых погонов, вакуумную перегонку атмосферного остатка без применения водяного пара в колонне К-310, окисление кислородом воздуха технологического конденсата, загрязненного сульфидами и меркаптанами, с переводом их в менее токсичные соединения-сульфаты, тиосульфаты и др.

Отличительной особенностью технологии является ликвидация паровых пробок и пульсаций в К-220, за счёт качественного отбензинивания сырья в К-210. Отбор дистиллята в К-210 составляет 50-55% от содержания в КГК фракций до 180°C. Более экономный расход тепла, затрачиваемого на отбензинивание, позволяет использовать его резерв для нагрева сырья перед К-220 и позволяет снизить расход печного топлива.

Жидкое орошение в К-220 обеспечивается 4-мя циркуляционными орошениями. В качестве резервного, предусмотрено острое орошение сверху колонны. При этом обеспечивается 98% отбор светлых нефтепродуктов от их потенциала в КГК.

Остаток, получаемый в атмосферной колонне К-220, из-за повышенного содержания в нем ванадия, являющегося ядом катализаторов КК, требовал

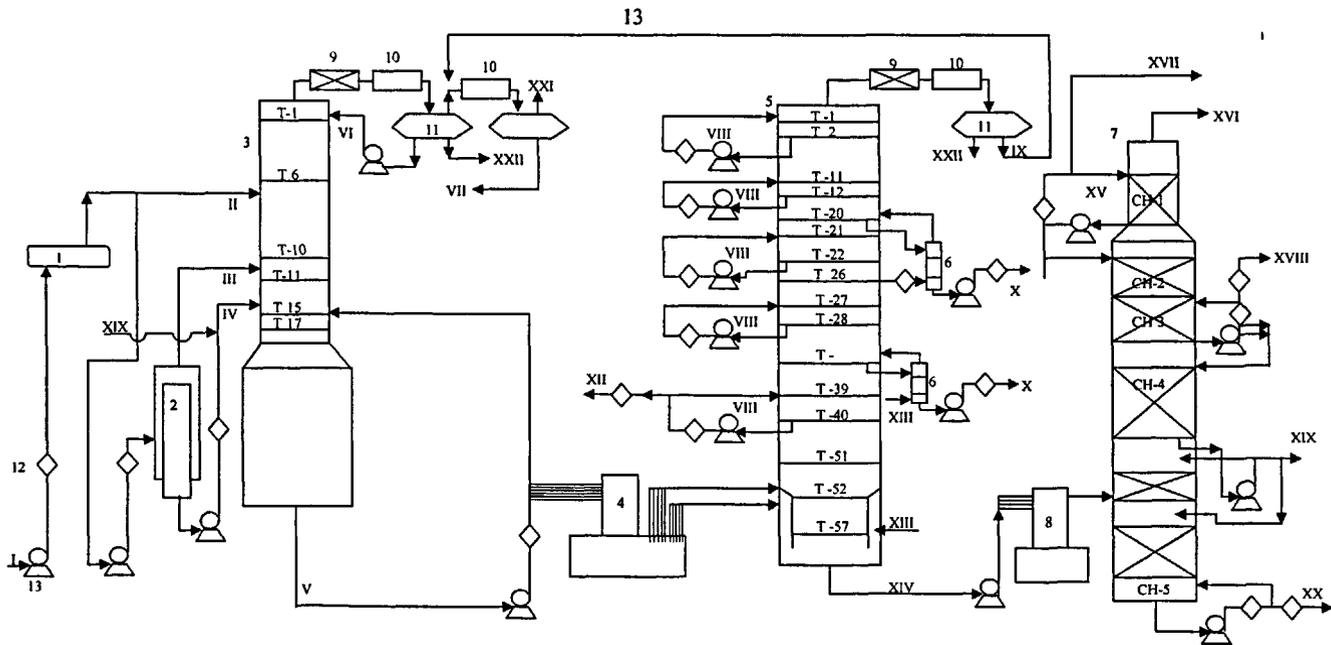


Рис.5 Принципиальная схема установки ЭЛОУ-АВТ-4

1 - блок ЭЛОУ; 2 - испаритель E-200; 3 - колонна частичного отбензинивания K-210; 4 - трубчатая печь П-201; 5 - атмосферная колонна K-220; 6 - отгонная колонна; 7 - вакуумная колонна K-310; 8 - трубчатая печь П-301; 9 - воздушный холодильник; 10 - водяной холодильник; 11 - ёмкость; 12 - теплообменник; 13 - насос;

Потоки I - сырой ГК, II - обессоленный ГК, III - пары из испарителя E-200, IV - остаток из E-200, V - частично отбензиненный ГК, VI - острое орошение K-210, VII - нестабильный бензин, VIII - циркуляционное орошение, IX - бензин колонны K-220, X - фр керосина XI - легкий компонент дизтоплива, XII - тяжелый компонент дизтоплива, XIII - водяной пар, XIV - мазут, XV - верхнее циркуляционное орошение, XVI - газы разложения, XVII - фр н к 360 °С, XVIII - вакуумный газойль, XIX - затемненная фракция, XX - гудрон, XXI - газ на факел, XXII - водяной конденсат

более чёткого фракционирования в вакуумном блоке. Для этих целей была использована эффективная перекрестноточная насадка «Петон» (разработка Мнушкина И.А.), обеспечивающая высокую чёткость погоноразделения. В результате на установке были достигнуты более высокие технико-экономические показатели. Так, расход электроэнергии сократился с 26,3 до 20 кгу.т/т КГК, а коэффициент отбора светлых вырос до 98%.

Во внедрении насадки «Петон» и доведения её работы до оптимального режима непосредственное участие принял Рахимов Х.Х.

Глава 3. Совершенствование и модернизация процессов каталитического крекинга (КК)

Углубление переработки нефтяного сырья, получение высокооктановых фракций для производства бензинов неразрывно связано с развитием вторичных процессов нефтепереработки и, в частности, процессов каталитического крекинга. В этом плане ОАО «СНОС» находится в привилегированном положении, поскольку в структуру комбината входит каталитический завод, производящий уже более 50 лет катализаторы указанного процесса. Следует отметить, что многие отечественные промышленные катализаторы КК впервые были внедрены и успешно работают на ОАО «СНОС» и по многим параметрам не уступают лучшим зарубежным образцам. *Рассматривая становление производств КК, следует выделить два основных направления: модернизацию оборудования с оптимизацией технологических параметров процесса, а также использование новых каталитических систем.*

3.1. Модернизация оборудования и оптимизация технологического режима КК.

В 1956 году был реконструирован узел подачи сырья КК, который при переработке тяжёлых нефтяных дистиллятов не обеспечивал стабильной работы и фактически был спроектирован под КК лёгких фракций. Температуру подачи сырья приходилось увеличивать до 490°С, что приводило к коксованию печных труб, их интенсивному износу и, в конечном счёте, падению производительности. Техническое решение заключалось в монтаже устройства, обеспечивающего контакт фаз в стесненных условиях при движении во взвешенном состоянии под распределительной тарелкой (модель ВНИИНП-К-18). Это позволило увеличить выход светлых нефтепродуктов на 3-5%, сократить расход катализатора на 0,5-1,5 кг/т сырья, снизить температуру на выходе сырья из печи до 420-450°С, увеличить длительность пробегов установок и стабилизировать их производительность.

В 1959-1962 г.г. была проведена комплексная реконструкция одной из действующих установок КК, в которой активное участие приняли работники

комбината Гонсалес А.А., Рутман Г.И. и сотрудники ВНИИ НП Курганов В.М. и Агафонов А.В. Было осуществлено дополнительное экранирование надфорсуночного пространства печи и внешней стороны перевальных стен, что позволило увеличить тепловую мощность с 8-9 до 14 млн. ккал/час.

Реконструировали узел подачи сырья, улучшили систему сепарации паров от катализатора за счёт наращивания газосборников на 2 колпачка и изменения диаметров отверстий под ними. Смонтировали внутреннее газосборное кольцо и четыре выводных штуцера, связанные тремя шлемовыми линиями. В результате пропускная способность реактора по парам увеличилась в 1,5 раза без заметного выноса катализатора в колонну. Для сокращения уноса бензина с газами в качестве дополнительного сепаратора был использован проектный испаритель сырья - гидрциклон.

Полной реконструкции была подвергнута система пневмотранспорта катализатора. Концентрация взвеси в подъемниках в то время достигала 20 кг/кг воздуха против 6-7 по проекту. Была изменена конструкция диффузора захватного узла и создана система многоточечного распределения воздуха, которая обеспечила равномерную загрузку катализатора в подъёмник. Смонтировали аварийно-распределительный узел с целью стабилизации системы циркуляции.

Высоту регенератора довели до 32 м и предусмотрели в нем 7-зон горения (вместо 5-ти), отделённых друг от друга шестью литыми тарелками из жаропрочной стали ЭИ-398 с переточными трубами. Реконструированный регенератор был полностью переведён на питание холодным воздухом и производительность воздуходувок доведена до 55 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$. Это позволило сократить поверхность водяного охлаждения с 510 до 328 м^2 . В конечном счете объём регенератора удалось довести до 206 м^3 .

Пробег установки в мае 1962 года на утяжелённом сырье, содержащем 25-45% фракций, выкипающих до 350°C, показал, что при мягком режиме крекинга можно переработать удвоенное количество вакуумного дистиллята, со средним выходом в %: стабильного бензина-24.7, лёгкого газойля 32.5 и газа 9.7. В свою очередь при крекировании тяжёлого вакуумного дистиллята, выкипающего на 80-90% в диапазоне температур 350-500°C возможно увеличение мощности на 30% выше проектной. При этом при температуре КК 470-480°C, кратности циркуляции катализатора 4.0-4.2 т/т и объёмной скорости подачи сырья 0.8 ч^{-1} получили 24-28% газа, богатого непредельными углеводородами, бензин с октановым числом 76-78 по моторному методу, а также высоко ароматизированный газойль.

Проведение КК при более высокой температуре увеличивает содержание в бензинах непредельных углеводородов. Бензины, полученные при 540°C, содержали 37-38% ароматических углеводородов.

3.2. Опыт модернизации катализаторов КК

Первоначально на установках КК использовался алюмосиликатный аморфный катализатор АС (ТУ 38-1-189), который позволил на реконструированных установках достигнуть и даже превзойти регламентные показатели. Однако при этом наблюдался повышенный расход катализатора и повышенное образование непредельных газов

В мае 1970 года на установке 43-102 (блок 601) была осуществлена перезагрузка катализатора АС на цеолитсодержащий катализатор АШНЦ-3 в количестве 180 т. В течение июня-сентября этого года провели опытный пробег КК тяжёлого сырья с применением нового катализатора.

Работа на АШНЦ-3, по сравнению с АС, показала большую равновесную активность (индекс активности 47-49 против 32-33) и, что особенно важно, высокую селективность по выходу бензиновых фракций. Суточная производительность установки, удельные расходы реагентов, кроме катализатора, и удельные энергозатраты практически остались на постоянном уровне. Расход катализатора составил 2,6 кг/т, что на 0,4 кг/т или на 15% ниже расхода катализатора АС. Режим работы при каталитическом крекинге тяжёлого вакуумного газойля Арланской (68%) и Ишимбаевской (32%) нефтей с содержанием фракций, выкипающих до 350°C, в пределах 15-25% и содержащим 16% сернокислотных смол был следующий: температура - 450°C, объёмная скорость подачи сырья - 1,7 час⁻¹, кратность циркуляции катализатора 1,9 т/т сырья при производительности 1058 т/сутки.

Очень важно, что высокая активность и селективность катализатора АШНЦ-3 позволили увеличить выход высокооктанового бензина на 48%, ППФ и ББФ на 25%. Высокая регенерационная способность катализатора обеспечила эффективный выжиг кокса с его поверхности при 680-740°C до 0,2% и глубине регенерации 90%.

При сохранении величин октановых чисел на прежнем уровне до 78 по моторному методу получаемый на АШНЦ-3 бензин показал более высокую стабильность и выдерживал индукционный период без дополнительного ингибирования.

Создание промотированных платиной шариковых цеолитсодержащих катализаторов Цеокар-3-ф1 и Цеокар-3ф2 (содержание платины соответственно 1 и 10 г/т катализатора), производимых на ОАО «СНОС» по ТУ 38.101114-87 обеспечило эффективный дожиг оксида углерода при регенерации катализаторов. Перевод установки на новый катализатор осуществлялся его ежесуточной догрузкой в реакторный блок. Средняя температура до использования промотированного катализатора составляла 600°C, а в отдельных зонах до 670°C, а после замены она возросла на 40-70°C. Это способствовало общему увеличению выжига кокса и позволило существенно снизить кратность подаваемого в реге-

нератор воздуха. Содержание остаточного кокса уменьшилось с 0,47-0,55% до **0.15-0.17%**. *Использование промотированных катализаторов позволило в 3-4 раза снизить выбросы CO в атмосферу, обеспечить экономию топлива, потребляемого на нагрев сырья в воздухе.* В результате был выбран оптимальный режим крекинга тяжёлого сырья, обеспечивающий повышенный выход светлых продуктов и селективность процесса по коксо- и газообразованию, а также рациональное использование тепла дожига окиси углерода в диоксид.

Новый этап в работе установок КК можно связать с внедрением в производство разработанных ООО "КАТАХИМ" и ОАО "СНОС" современных шариковых катализаторов Ц-10, Ц-100, Ц-100У, Ц-100Т, практически не уступающие импортным аналогам. Последние два катализатора отличаются повышенным насыпным весом и износоустойчивостью и предназначены для эксплуатации на установках с повышенной циркуляцией.

Замена катализатора Ц-3ФЗ на Ц10 позволила увеличить выход бензинов на 4%, октановое число на 1,5 пункта, снизить норму расхода перерабатываемого сырья с 1,9 до 1,7 кг/т.

Ещё более высокие показатели в 2002 году были получены после полной замены катализаторов Ц-10 на Ц-100. При этом выход светлых продуктов увеличился с 70 до 76%, а бензиновой фракции с 36 до 40%. Октановое число бензинов возросло с 78 до 79,8 пунктов по моторному методу, а расход катализатора снизился до 1,6 кг/т сырья.

Глава 4. Каталитический риформинг бензиновых фракций

Установка каталитического риформинга Л-35-11/1000, предназначенная для комплексной переработки Оренбургского конденсата, спроектирована «Ленгипронефтехимом», построена и принята в эксплуатацию 27.12.1977г. Привязка установки к инженерным сетям комбината выполнена Салаватским филиалом «Башгипронефтехима». Сырьё на блок гидроочистки было подано 10.01.1978 года и в течение 10 дней работы был получен компонент стабильного бензина с октановым числом 78,4. В конечном счёте, все неполадки были устранены, и установка вышла на проектный режим.

В 1983 году был осуществлен очередной фиксированный пробег установки на полиметаллических катализаторах КР-104А в реакторах Р3, Р4 и АП-64 в реакторе Р2. На блоке гидроочистки использовался катализатор АКМ. Остаточное содержание серы в гидрогензате составило 0,0001%. Блок риформирования, включая указанные реактора, турбокомпрессор, систему теплообменников и стабилизацию катализата показал хорошие результаты. Выход стабильного катализата от сырья при температуре 480-485°С составил 86,8%, а его октановое число 77-79 (по регламенту не менее 76). Содержание непредельных углеводородов в катализате - 0,03-0,09% (по регламенту не более 0,5%). Таким образом, на установке Л-35-11/1000 удалось достигнуть получение высококачественного

стабильного катализата - компонента высокооктановых автомобильных бензинов.

Как уже указывалось, с 1982 года НПЗ стал вовлекать в переработку Карачаганакский газоконденсат, имеющий весьма неблагоприятный состав для осуществления процесса риформинга, поскольку суммарное содержание ароматических и нафтеновых углеводородов в нём составляло около 30%, в то время как в традиционном нефтяном сырье это величина была не менее 40%.

На установке Л-35-11/1000 из указанного сырья вырабатывается риформат с октановым числом по моторному методу 76,5-78,8 пунктов.

До ноября 1993 года установка работала на катализаторах АП-64, КР-104А, отличающихся неприхотливостью в эксплуатации, но не обладающие достаточной стабильностью в условиях повышенной жёсткости проведения процесса при получении базовых компонентов высокооктановых бензинов. Необходимость улучшения стабильности катализатора в этих условиях предопределила решение руководства объединения в приобретении полиметаллического катализатора RG-482 фирмы "ПРОКАТАЛИЗ", обладающего высокой активностью и стабильностью в работе.

Катализатор был загружен в реактор установки в ноябре 1993 года и более 4-х лет работал без регенерации. Основные показатели эксплуатации блока риформинга на катализаторе RG-482 за 4-х летний период с 1993 по 1997 г.г. приведены на рис.6, из которого видно, что катализатор за всё время работы проявил высокий уровень активности. Несмотря на низкое содержание суммы ароматических и нафтеновых углеводородов в сырье, при относительно невысоких температурах в реакторах (485-492°C), на установке получали риформат с высоким октановым числом по ММ, в среднем равным 82-85, в то время как до 1993 года величина ОЧ составляла 76.5-78.8 пунктов.

О высокой активности катализатора свидетельствуют большие (для такого состава сырья) температурные перепады в реакторах 1 и 2 ступени.

Несмотря на низкое содержание нафтеновых углеводородов в сырье (17%), содержание водорода в рецикловом газе находится на удовлетворительном уровне и составляет 70-75% об.

Катализатор отличается очень высокой стабильностью при работе в достаточно неблагоприятных условиях. За период с 1993 по 1997 г.г. температура в реакторах была поднята всего на 7-9°C. При этом межрегенерационный цикл к тому моменту составил 3,5 года, а с учетом его продления достиг 4-х лет.

В течение всего периода эксплуатации перепады давления в реакторах оставались практически постоянными и не увеличивались, что указывает на высокую механическую прочность используемого катализатора.

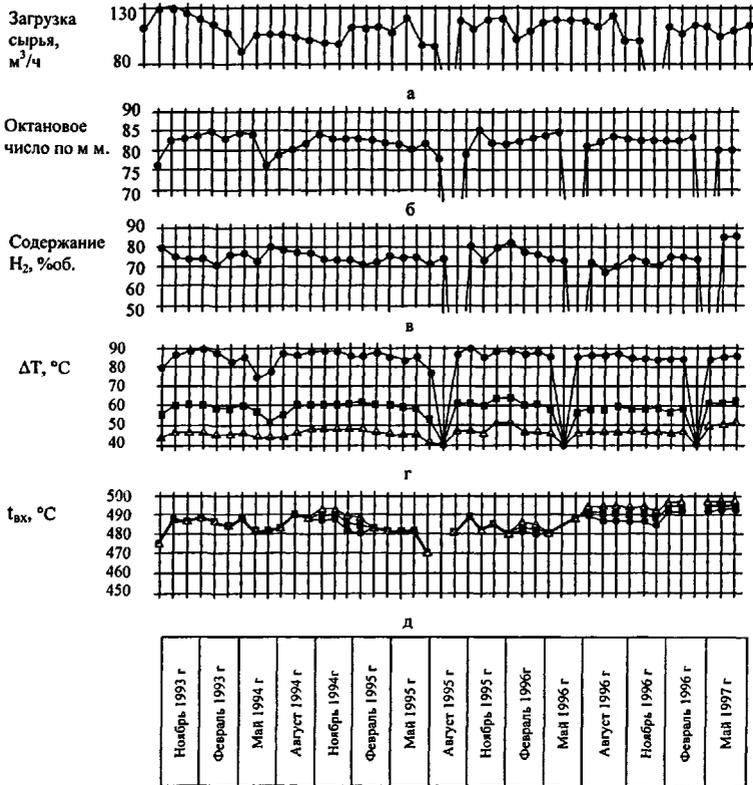


Рис 6. Основные показатели работы установки риформинга на катализаторе RG-482 за время эксплуатации: загрузка сырья (а), октановое число риформата по моторному методу (б), содержание водорода в рецикловом газе (в), перепад температуры в реакторах (г), температура на входе в реакторы (д).

Условные обозначения: \circ – реактор P-1; \blacksquare – реактор P-2; Δ – реактор P-3.

За время работы катализатора RG-482 получен существенный экономический эффект за счет экономии энергоресурсов, необходимых для проведения регенерации, увеличения селективности процесса и объёмов производимых бензинов. Таким образом, можно уверенно констатировать, что катализатор RG-482 обладает высокой работоспособностью даже при переработке неблагоприятного по составу сырья типа прямогонных бензиновых фракций, полученных из Карачаганакского газоконденсата. Перевод установки на новый катализатор значительно улучшил технологическую стабильность процесса при сохранении высоких выходов риформата.

Все работы по реконструкции установки, вывода её на режим, испытания катализатора и его регенерации в период 1988-2004 г.г. проведены при непосредственном участии Рахимова Х.Х.

41. Совершенствование фракционирования бензиновых фракций на установке ГО-4 для получения сырья каталитического гориформинга

Установка ГО-4 используется в схеме переработки бензиновых фракций нк.-180°С, получаемых от перегонки смеси газовых конденсатов Оренбургского и Карачаганакского месторождений. Гидроочищенные и фракционированные бензиновые фракции являются исходным сырьём для установок Л-35-11/1000 и Л-35-6/300, на которых вырабатывается компонент высокооктанового бензина и ароматические углеводороды соответственно.

По результатам фиксированного пробега в июне 1978 года было отмечено:

- поступление облегченного, по сравнению с проектом, ОГК в колонну К-1 блока гидроочистки (сумма C_2-C_5 составляла 20-23% против 3,8% по проекту). В связи с этим максимальная производительность по сырью составляла 250 м³/ч, т.к. её дальнейшее увеличение приводило к росту давления в колонне выше допустимого (2,5 кг/см²), повышению температуры в рефлюксной ёмкости до 74°С вместо 50°С, ухудшению чёткости фракционирования и потере пентанов до 6% от потенциала в сырье;

- максимальная производительность реакторного блока гидроочистки 320 м³/час была достигнута при кратности подачи водородсодержащего газа к сырью 260 нм³/м³. Однако в этом режиме наблюдался значительный унос МЭА с очищенным циркуляционным водородсодержащим газом в абсорбере К-8 и сепараторе С-5А. В свою очередь при производительности блока 250 м³/час и кратности подачи ВСГ 250 нм³/м³ вынос МЭА из К-8 значительно уменьшился. Таким образом, первоначально достигнутая мощность по блоку подготовки сырья не превышала 81%, а реакторного блока 69,7% от проектной.

Были намечены мероприятия, включающие направленные на доведение производительности установки до требуемой величины. Основными из них являлись реконструкция колонн К-1 и К-2, переобвязка аппаратов и холодильников, монтаж сепаратора, реконструкция абсорбера К-8.

После проведенных реконструкций в декабре 1978 года установку удалось вывести на регламентный режим

Анализ работы колонны К-4, выполненный сотрудниками отдела ректификации БашНИИ НП (ныне ГУП Институт нефтехимпереработки) Креймером М.Л., Зинатуллиной Б.М., Куликовской А.В., Бендеровской З.А. по данным ряда проведенных обследований установки ГО-4 показал, что нечёткое фракционирование гидроочищенных бензиновых фракций обусловлено ошибочно приня-

тыми в проекте технологическими и конструктивными решениями.

Для увеличения чёткости фракционирования в колонне К-4 было принято решение о замене 25-ти колпачковых тарелок на перекрестноточную регулярную насадку конструкции ЗАО «ПЕТОН». В отгонной части было установлено большее число контактных модулей (15 шт.) и меньшее в укрепляющей части (4 шт.).

Реконструкция колонны К-4 была проведена в августе 2000 года. После пуска установки ГО-4 и освоения работы реконструированной колонны К-4 по программе разработанной ОАО «СНОС» при участии Рахимова Х.Х., был проведён комплексный опытно-промышленный пробег. Он включал одновременное обследование блока фракционирующих колонн ГО-4, а также 2-х установок каталитического риформинга Л-35-6/300 и Л-35-11/1000.

В сопоставимых условиях проведённых промышленных экспериментов до и после реконструкции колонны К-4 близких по загрузке сырьем (159 и 165 т/ч) и кратности острого орошения (0.55 и 0.57 кг/кг) выявлены преимущества работы модернизированной колонны.

На основании опытного пробега установок ГО-4, Л-35-6/300 и Л-35-11/1000 получены следующие основные результаты: отбор фракций 62-120°С и циклогексана (ЦГ) от его потенциала в сырье увеличился с 51.3% до 67%, а по метилциклогексану (МЦГ) и бензолу с 57% до 78%. Понизилось содержание бензола в стабильном катализате установки Л-35-11-1000 с 3.5% до 2.68% вес, октановое число возросло с 83.7-85.1 до 87.4 пунктов, а выход катализата с 86% до 87%. *Одновременно на установке Л-35-6/300 обеспечено увеличение выхода бензола с 7.0% до 8.6% масс, т.е. почти на 23%.*

При оптимизации режима фракционирования в колонне К-4 было установлено, что для достижения более полного отбора бензола, МЦП и особенно ЦГ с фракцией 62-120°С требуется поддерживать более высокими кратность парового и жидкого орошений. Поэтому кратность острого орошения в колонне К-4 была повышена до 1-1.3 кг/кг. В результате этого отбор с фракцией 62-120°С бензола и МЦП увеличился до 96% от их потенциала в сырье колонны К-4, а ЦГ достиг 78-80%. При этом существенно сократилось содержание бензола в катализате установки до уровня 1.12-1.36 % об.

На базе такого компонента появилась возможность производить высокооктановые бензины с улучшенными экологическими показателями, а на установке Л-35-6/300 обеспечить увеличение выхода бензола.

Результаты промышленного пробега показали, что выход образовавшегося бензола, увеличился с 7% до 7.8-11.1%. При этом, что очень важно, в 1,5-3 раза удалось понизить содержание бензола в стабильном катализате установки Л-35-11/1000.

ВЫВОДЫ:

1. Впервые на основе исследования историко-архивных документов, отчетов и литературных источников проведён детальный анализ становления нефтеперерабатывающих и нефтехимических процессов на ОАО «СНОС», направленных на получение сырья для производства бензиновых фракций и ароматических углеводородов. Рассмотрены особенности первого в отрасли опыта переработки Оренбургского (ОГК) и Карачаганакского газоконденсатов (КГК). Обозначены основные этапы развития НПЗ ОАО «СНОС».

2. Обсуждены технические аспекты, связанные с реконструкцией процессов АВТ, и проанализирован пионерный опыт внедрения перекрестно-точных регулярных насадок, типа «Петон» на установке по переработке КГК (ЭЛОУ-АВТ-4), и подтверждена их эффективность для увеличения объёмов производимых вакуумных дистиллятов (ВД) - сырья каталитического крекинга. Снижено содержание в вакуумных дистиллятах фракции до 350°С до 2-3%, а конец кипения ВД составил 535-546°С.

3. Проанализирован опыт модернизации оборудования процессов каталитического крекинга и использования на них высокоэффективных катализаторов, производимых на ОАО «СНОС». Выход бензиновой фракции увеличен на 4%, октановое число на 1,5 пункта при одновременном снижении расхода катализаторов с 1,9 до 1,6 кг/т перерабатываемого сырья.

4. Показана перспективность применения для каталитического риформинга бензиновых фракций, полученных из КГК, катализатора фирмы «ГПРОКАТАЛИЗ» RG-482, подтверждена его высокая каталитическая активность и технологическая устойчивость в процессе длительной эксплуатации. Показана возможность получения риформата с октановым числом 82-85 при межрегенерационном цикле катализатора до 4-х лет.

5. Проанализированы результаты, полученные после реконструкции оборудования фракционирования бензиновой фракции установки ГО-4 с использованием перекрестноточных насадок «Петон». Показана возможность увеличения производства бензола на установке Л-35-6/300 на 24%, при снижении его содержания в стабильном катализате установки Л-35-11/1000 до 1.12-1.36%, что позволило обеспечить выпуск автомобильных бензинов с улучшенными экологическими характеристиками.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Рукье А., Почиталофф А., Прадель К., Гаранин Д.И., Истомин Н.Н., Рахимов Х.Х., Аникеев И.К.. Опыт эксплуатации катализатора RG-482 фирмы «Прокатализ» на установке Л-35-11/1000 в АО «Салаватнефтеоргсинтез». Нефтепереработка и нефтехимия. - М.: ЦНИИТЭнефтехим.-1997-№10.-с.3-5.
2. Креймер М.Л., Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р., Зинатуллина Б.М., Куликовская А.В., Бендерская Р.А., Нестеров И.Д. Опыт получения высокооктанового компонента автомобильного бензина с пониженным содержанием бензола. Материалы научно-практической конференции «Промышленная экология: проблемы и перспективы», Уфа, ГУП. Нефтехимпереработка.-2001-с.108-112.
3. Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р. Установка сбора и очистки прямогонных газов НПЗ ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Межд. научно-техн. конференция «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» ГИНТЛ «Реактив», -2001.-с. 155-156.
4. Рахимов Х.Х., Мнушкин И.А. Этапы и особенности производства бензинов на НПЗ ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» за период 1975-2000 г.г. Тезисы докл. XIV Межд. научно-техн. конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» ГИНТЛ «Реактив», -2001. -с. 89.
5. Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р. Этапы реконструкции установки АГФУ-2 НПЗ АО «Салаватнефтеоргсинтез». Тезисы докл. XIV Межд. научно-техн. конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии» ГИНТЛ «Реактив», -2001.-с. 90.
6. Рахимов Х.Х. «Салаватнефтеоргсинтез» - достижения и перспективы. Материалы научно-практической конференции «Нефтепереработка и нефтехимия» на IV конгрессе нефтепромышленников России. Из-во ГУП ИНХП . Уфа - 2003.-с.16-18.
7. Рахимов Х.Х. От истории к современности. Нефтепереработка и нефтехимия - М.: ЦНТИИТЭнефтехим. -2003-№10-с.4-5.
8. Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р., Трофимов О.В., Черняк А.Я., Логунова Е.Н.. Опыт пуска и освоения новых реакторов на установке гидроочистки Л-24-6. Нефтепереработка и нефтехимия - М.: ЦНТИИТЭнефтехим. -2003-№10-с. 22-24.
9. Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р., Басыров М.И., Креймер М.Л., Бендерская Р.А., Зинатуллина Б.М., Мнушкин И.А.. Особенности технологии перегонки газового конденсата и её реализация на крупно-масштабной установке ЭЛОУ-АВТ-4. Нефтепереработка и нефтехимия - М.: ЦНТИИТЭнефтехим. -2003-№10-с.25-29.
10. Креймер М.Л., Нестеров И.Д., Бендерская Р.А., Баймурзина А.С., Кутлугильдин Н.З., Рахимов Х.Х., Батуллин М.Г.. Опыт переработки смеси газового

конденсата и высокосернистой нефти на современной установке ЭЛОУ-АВТ-4 ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Материалы научно-практической конференции «Нефтепереработка и нефтехимия» на IV конгрессе нефтепромышленников России. Уфа. - Из-во ГУП ИНХП. - 2002.-С.46-50.

11. Ишмияров М.Х., Рахимов Х.Х., Рогов М.Н., Жилыев Н.П., Хворов А.П., Федорова Т.А., Хворов Е.П., Сабылин И.И. Синтез и свойства шарикового катализатора крекинга углеводородов на основе высокомолекулярного фожазита. Нефтепереработка и нефтехимия - М.: ЦНТИИТЭнефтехим.-2003-№10-с.56-60.

12. Рахимов Х.Х., Галяутдинов А.А., Басимова Р.А. Рогов М.Н. Новый деэмульгатор для обезвоживания и обессоливания нефтей. Нефтепереработка и нефтехимия - М: ЦНТИИТЭнефтехим. 2003-№10.-С.73-75.

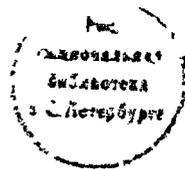
13. Рахимов Х.Х., Зидиханов М.Р., Креймер М.Л., Зинатуллина Б.М., Куликовская А.В., Бендерская Р.А., Мнушкин И.А. Увеличение выработки бензола на установке каталитического реформинга Л-35-6/300 за счет улучшения качества сырья. «Современное состояние процессов переработки нефти» // Материалы научно-практической конференции, Уфа. - Из-во ГУП ИНХП .-2004.-с.65-74.

Н.Смирнов В.К., Ишмияров М.Х., Рахимов Х.Х., Рогов М.Н., Зидиханов М.Р., Бабаев М.И., Барсуков О.В.. Новые шариковые катализаторы каталитического крекинга и опыт их эксплуатации на установках 43-102. Материалы научно-практической конференции «Современное состояние процессов переработки нефти». - Уфа. - Из-во ГУП ИНХП.- 2004.-е. 127-129.

15. Ишмияров М.Х., Рахимов Х.Х., Рогов М.Н., Лукьянчиков И.И. Перспективные разработки катализаторов для процесса каталитического крекирования в ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Материалы научно-практической конференции «Современное состояние процессов переработки нефти». - Уфа. - Из-во ГУП ИНХП .-2004.-с. 130-131.

16. Рахимов Х.Х., Сыркин А.М. Этапы становления и развития нефтеперерабатывающего завода ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». История науки и техники. - 2004.-№1.-с. 28-32.

13 ИЮЛ 2005



Подписано в печать 25.05.2005 г. Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.
Печать трафаретная. Печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ 433Р.

Типография ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»,
453256, Республика Башкортостан, г. Салават,
ул. Молодогвардейцев, 30.

1159