

**А.В. Ефремов, С.И. Мячин, В.Г. Зайцев, Р.Ф. Галиев, Ю.Н. Лебедев,
А.С. Левандовский, А.Б. Николаев, В.А. Лудченко**

ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»,
НПК «Кедр-89», ОАО «Укрнефтехимпроект»

Ввод в эксплуатацию новой установки висбрекинга в ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»

В ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» введена в эксплуатацию новая установка висбрекинга производительностью 1,5 млн. т в год по гудрону. На установке для увеличения глубины превращения сырья и снижения закоксовывания труб печного змеевика предусмотрена выносная реакционная камера (сокинг). С целью повышения отбора газойлевых фракций установка укомплектована вакуумным блоком. Тяжелый и легкий вакуумные газойли используются для приготовления мазута марки М-100.

Ключевые слова: висбрекинг, выносная реакционная камера (сокинг), вакуумный блок.

В январе 2009 г. в ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» успешно введена в эксплуатацию установка висбрекинга производительностью 1,5 млн. т в год по гудрону (рис. 1), что позволило увеличить глубину переработки нефти и приступить к выработке товарных мазутов из тяжелых нефтяных остатков НПЗ без вовлечения светлых и газойлевых фракций.

Проектирование установки в соответствии с базовым проектом, разработанным компаниями «Shell» и «ABB Lummus Global», выполнили НПК «Кедр-89» (г. Москва) и ОАО «Укрнефтехимпроект» (г. Киев).

Висбрекинг — термодеструктивный процесс, предназначенный для превращения гудрона в котельное топливо с низкими вязкостью и температурой застывания. Процесс протекает в относительно мягких условиях: давление — 0,7–1,1 МПа; температура — 430–453°С. Для увеличения глубины превращения сырья и уменьшения закоксовывания труб печного змеевика на установке использована выносная реакционная камера (сокинг-камера) с восходящим потоком продуктов крекинга. Относительно большое

время пребывания продуктов в сокинг-камере обеспечивает снижение температуры нагрева сырья в змеевике печи, что позволяет уменьшить закоксованность змеевиков печи.

Принципиальная технологическая схема установки приведена на рис. 2. Гудрон, предварительно нагретый в теплообменниках теплом висбрекинг-остатка, выводимого из вакуумной колонны, из сырьевой емкости 1 направляется в реакционную печь 2. В зме-

евиках печи начинается процесс термического крекинга углеводородов, который продолжается в сокинг-камере 3.

Подача сырья из печи в сокинг-камеру осуществляется восходящим потоком. Благодаря наличию сокинг-камеры время пребывания гудрона в зоне реакции термического крекинга увеличивается, что обеспечивает достижение необходимой глубины его превращения. Из сокинг-камеры крекированный продукт поступает



Рис. 1. Общий вид установки висбрекинга ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»

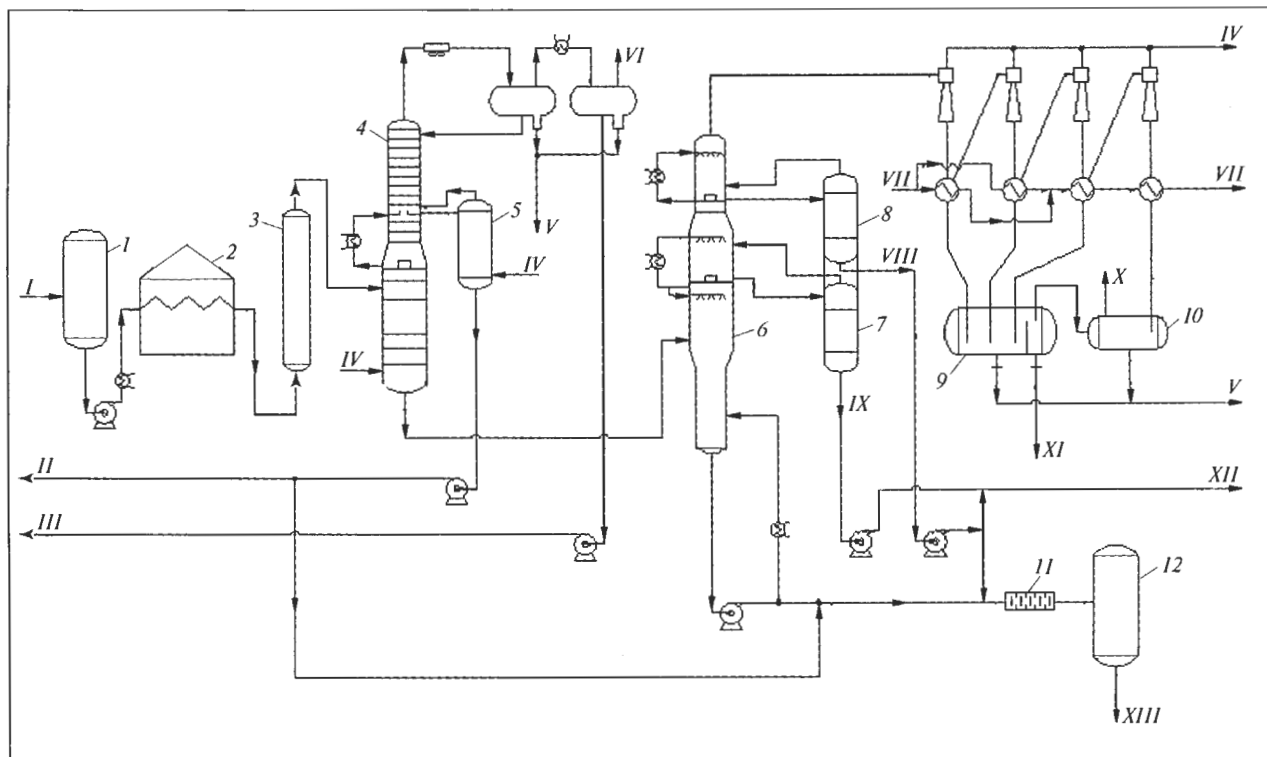


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема установки висбрекинга:

1 – сырьевая емкость; 2 – реакционная печь; 3 – сокинг-камера; 4 – фракционирующая колонна; 5 – стриппинг-колонна; 6 – вакуумная колонна; 7, 8 – вакуум-приемники; 9, 10 – барометрическая и гидрозатворная емкости; 11 – динамический смеситель; 12 – емкость смешения; I – гудрон; II – газойль; III – нестабильная нефтя; IV – водяной пар; V – кислая вода; VI – кислый газ; VII – вода; VIII, IX – соответственно легкий и тяжелый вакуумные газойли; X – газ на сжигание; XI – углеводороды; XII – вакуумный газойль; XIII – мазут

в колонну 4 фракционирования, из которой сверху выводятся пары нестабильной нефти, водяные пары и углеводородный газ, сбоку – газойль, снизу – продукт фракционирования.

Избыточное тепло из колонны фракционирования отводится потоком циркуляционного орошения. Для предотвращения слеотложений, снижения концентрации коррозионно-агрессивных веществ и предотвращения коррозии оборудования и трубопроводов предусмотрена двухступенчатая схема конденсации паров с подачей аммиачной воды и ингибиторов коррозии перед воздушными конденсаторами-холодильниками. Несконденсировавшийся кислый углеводородный газ со второй ступени конденсации паров колонны фракционирования направляется

на установку очистки и компремирования газов НПЗ. Нестабильная нефтя с первой ступени конденсации подается в колонну фракционирования в качестве острого орошения, а со второй ступени выводится на установку гидроочистки ГО-3.

В качестве бокового погона из колонны фракционирования в стриппинг 5 выводится газойль. Из стриппинга он поступает в узел смешения для получения мазута М-100 при нормальном режиме работы установки висбрекинга. При альтернативных режимах работы весь газойль выводится с установки в качестве компонента дизельного топлива на установки гидроочистки керосиногазойлевой фракции.

Продукт фракционирования по трансферному трубопроводу поступает в вакуумную колонну

6. Специальная конструкция трансферного трубопровода обеспечивает постепенное снижение давления между низом фракционирующей колонны и эвапорационным пространством вакуумной колонны без образования жидкостных пробок и пульсаций.

Вакуумная колонна работает по схеме «сухой» перегонки, т.е. без подачи водяного пара. Остаточное давление наверху колонны – 1,2–3,0 кПа, температура – 80–85°C. Вакуум поддерживается четырехступенчатым пароежекторным насосом, каждая ступень которого включает два эжектора. В эжекторы подается водяной пар среднего давления, для конденсации используются водяные конденсаторы-холодильники. Сконденсировавшиеся нефтепродукты и кислая вода поступают в барометрическую 9 и

гидрозатворную 10 емкости, где разделяются, и выводятся с установки. Кислая вода выводится на установку обезвреживания сернисто-щелочных стоков, а слоп — сконденсировавшиеся углеводороды откачивается с установки в сырьё.

Несконденсировавшиеся отходящие газы из гидрозатворной емкости подаются на горелку в реакционную печь 2. Теплосъем в вакуумной колонне организован с помощью пяти циркуляционных орошений с отбором легкого и тяжелого вакуумных газойлей. Легкий вакуумный газойль с верхней глухой тарелки полного отбора поступает в вакуум-приемник 8, откуда насосом частично возвращается в колонну для поддержания необходимого температурного режима. Орошения подаются тремя параллельными потоками: одна часть легкого вакуумного газойля охлаждается в воздушном холодильнике и поступает в вакуумную колонну в качестве верхнего холодного орошения, другая часть, образуемая смешением холодного и горячего потоков, подается в верхнюю часть колонны, третья часть в виде горячего орошения поступает в верхнюю часть колонны на форсуночный распределитель для предотвращения уноса тяжелого остатка в секцию верхнего продукта вакуумной колонны. Некоторое количество легкого вакуумного газойля подается в колонну фракционирования в качестве промывочного газойля, а часть его объединяется с тяжелым вакуумным газойлем и выводится с установки висбрекинга при нормальном режиме ее работы.

Тяжелый вакуумный газойль с нижней глухой тарелки полного отбора поступает в емкость 7, откуда выводится по следующей схеме: одна его часть подается в вакуумную колонну в качестве циркуляционного орошения, которое образуется смешением

горячего и охлажденного в парогенераторе потоков, другая часть возвращается в вакуумную колонну в качестве промывочного продукта, а еще часть после генератора пара поступает в холодильник, где охлаждается и после объединения с легким вакуумным газойлем выводится с установки висбрекинга при нормальном режиме ее работы.

Схемой предусмотрен вариант вывода тяжелого и легкого вакуумных газойлей в узел 11 автоматического смешения для получения мазута М-100. В этом узле помимо вакуумных газойлей смешиваются: висбрекинго-остаток вакуумной колонны, предварительно охлажденный в ряде теплообменников, газойль из стриппинга фракционирующей колонны, легкий и тяжелый газойли с установки каталитического крекинга.

При остановке установки каталитического крекинга в узел смешения подаются легкий и тяжелый вакуумные газойли висбрекинга. Этот узел продолжает работать и при остановке установки висбрекинга, в этом случае на смешение вместо висбрекинго-остатка поступает гудрон.

Широкий ассортимент разбавителей позволяет очень оперативно реагировать на изменение рынка нефтепродуктов и производственные потребности завода.

Из узла смешения полученный мазут поступает в емкость 12, из которой насосом выводится с установки висбрекинга.

Основное технологическое оборудование установки висбрекинга

Реакционная печь висбрекинга.

Эта печь коробчатого типа. Она состоит из двух прямоугольных радиантных секций с вертикальными змеевиками и расположенной над ними камерой конвекции с горизонтальными змеевиками. Камера конвекции также обо-

родована змеевиком для нагрева водяного пара и сажеобдувочными аппаратами для чистки внешней поверхности расположенных в ней труб. Для горения в печи используется комбинированное топливо: часть мазута М-100 и топливный газ из сети завода. С целью экономии печного топлива и снижения выбросов вредных веществ в атмосферу в печи предусмотрена система утилизации дымовых

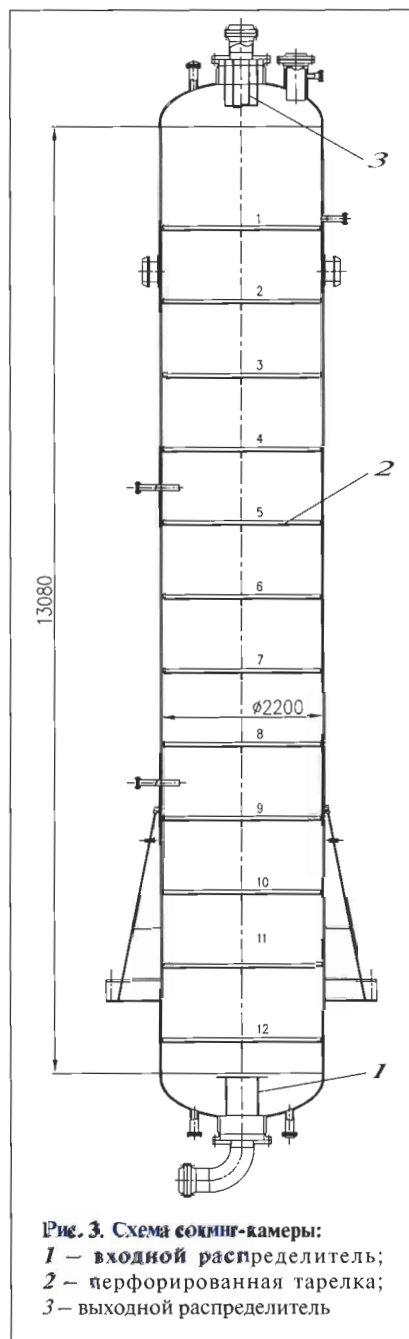


Рис. 3. Схема сокинг-камеры:
 1 — входной распределитель;
 2 — перфорированная тарелка;
 3 — выходной распределитель

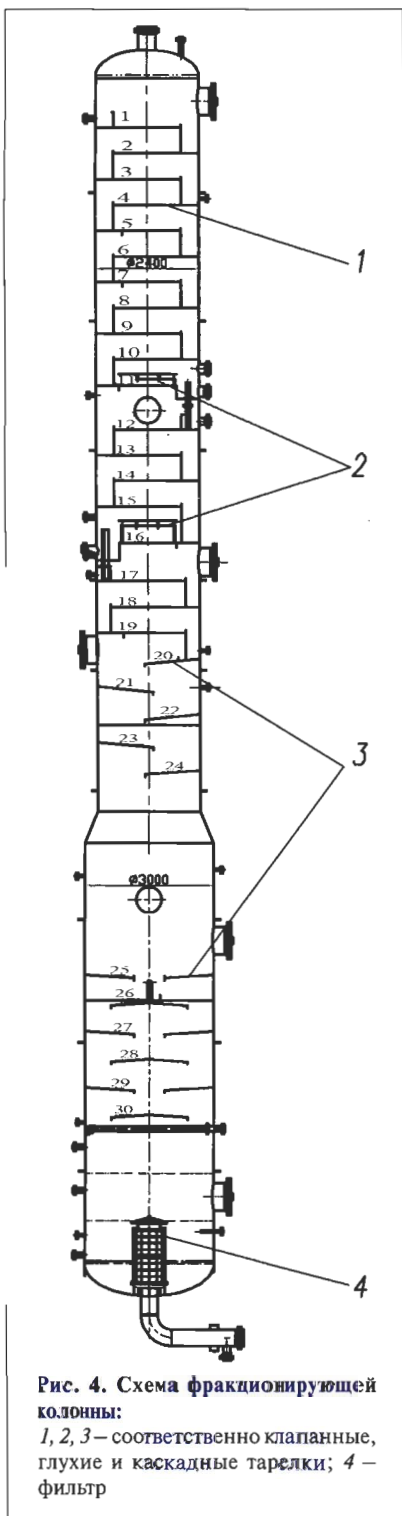


Рис. 4. Схема фракционирующей колонны:

1, 2, 3 – соответственно клапанные, глухие и каскадные тарелки; 4 – фильтр

газов с использованием воздухоподогревателя трубчатого типа. Дымовые газы из дымовой трубы забираются дымососом и направляются в трубы воздухоподогревателя, в межтрубное пространство которого вентилятором подается

атмосферный воздух, где он нагревается до 200°С, а затем направляется в печные горелки. Благодаря использованию горячего воздуха при сгорании топлива КПД печи повышается до 91%. Из воздухоподогревателя дымовые газы возвращаются в дымовую трубу.

В процессе работы установки висбрекинга в змеевиках печи отлагается кокс. Для уменьшения коксоотложения при производительности установки ниже проектной в змеевики печи предусмотрена подача котловой воды. В период ремонта змеевики печи очищают от отложений кокса путем выжига паром.

Сокинг-камера (рис. 3) представляет собой вертикальный аппарат диаметром 2200 мм и высотой около 14 м со штуцерами входа и выхода продуктов, распределительными устройствами и 12 перфорированными тарелками, установленными с шагом 1000 мм по высоте аппарата. Корпус аппарата выполнен из двухслойной стали 12ХМ+12Х18Н10Б, внутренние устройства – из нержавеющей стали.

Колонна фракционирования (рис. 4) выполнена в виде бутылки. Диаметр ее верхней части – 2400 мм, нижней – 3000 мм. Внутри колонны установлено 30

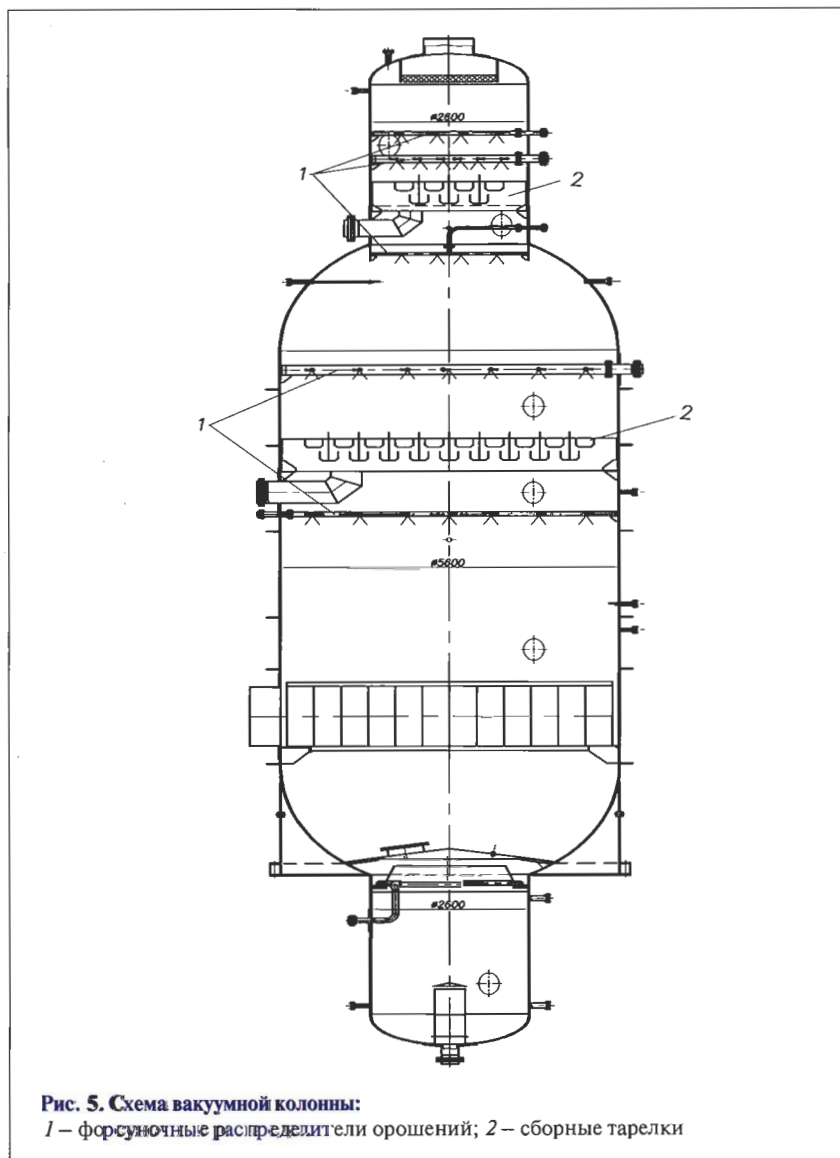


Рис. 5. Схема вакуумной колонны:

1 – форсуночные распределители орошений; 2 – сборные тарелки

Показатели	По проекту	По данным фиксированного пробега
Производительность по гудрону, т/ч	181	181
Вязкость гудрона при 100°С, мм ² /с, не более западносибирской нефти	269	646
арланской нефти	1031	—*
Отбор нефти, % мас.	3,8	3,71
Выход висбрекинг-остатка, % мас, не более	68,8	68,5
Вязкость мазута ^{2*} при 100°С, мм ² /с, не более	50	50,57
Период между выжигами кокса из змеевиков печи, мес.	11	11

* В настоящее время арланская нефть в переработку не вовлекается.
^{2*} Продукт установки висбрекинга после отбора нефти (без вовлечения внешних разбавителей).

тарелок, в верхней части — 24, в том числе 2 глухие, 17 клапанных и 5 каскадных, в нижней части — 6 каскадных тарелок. Особенность работы колонны фракционирования состоит в том, что в нее вместе с сырьем из сокинг-камеры поступают частицы кокса, для осаждения которых организованы секции промывки на каскадных тарелках под вводом сырья и в отпарной части колонны выше ввода водяного пара. В верхней части колонны для разделения нефти и газойля использованы клапанные трапециевидные тарелки. На выходе остатка из колонны предусмотрен фильтр для улавливания частиц кокса.

В период ремонта колонну фракционирования очищают от отложений кокса механическим способом.

Для увеличения отбора газойлевых фракций установка висбрекинга укомплектована вакуумным блоком, включающим вакуумную колонну с двумя вакуумприемниками, парозежекторную вакуумсоздающую систему, теплообменное оборудование, насосы и т.д.

Вакуумная колонна (рис. 5) состоит из трех секций. Диаметр верхней секции — 2600 мм, средней — 5600 мм, нижней — 2600 мм. Внутри колонны установлены две сборные тарелки для вывода легкого и тяжелого вакуумных га-

зойлей в вакуумприемники, пять распределителей форсуночного типа: три — в верхней секции, два — в средней секции.

На форсуночные распределители из вакуумприемников насосами подаются верхнее и нижнее циркуляционные орошения. Число форсунок в каждом распределителе подобрано таким образом, чтобы жидкость, распыляясь в форсунках, перекрывала все поперечное сечение колонны. Пары газойлевых фракций, поднимаясь по колонне, контактируют с жидкостью, благодаря чему происходит сепарация коксовой пыли из потока пара и конденсация легкого и тяжелого вакуумных газойлей.

Все нестандартное технологическое оборудование установки висбрекинга разработано в НПК «Кедр-89» и изготовлено в ОАО «Пензхиммаш».

В период фиксированного пробега установки висбрекинга, проведенного в апреле 2009 г., фактические показатели ее работы практически полностью соответствовали проектным (см. таблицу). Опыт годичной эксплуатации подтвердил надежность и эффективность основного технологического оборудования и установки висбрекинга в целом.

A new visbreaking unit with output of 1.5 million tons a year in vacuum resid was started up at Salavatnefteorgsintez Co. A separate reaction chamber (soaker) is provided in the unit for increasing the degree of feedstock conversion and reducing coking of furnace coil tubes. To increase takeoff of gasoil cuts, the unit is equipped with a vacuum block. Heavy and light vacuum gasoils are used for preparation of type M-100 atmospheric resid.

Key words: visbreaking, separate reaction chamber (soaker), vacuum block.

