

# Первичные процессы переработки нефти



## **Сбор и подготовка нефти на промыслах**

**Добываемая нефть содержит растворённые газы, воду, соли.**

**Нефть подготавливается на промыслах: сепарируется в 2-3 ступени (последовательное снижение давления с отделением попутных газов), обезвоживается с разрушением эмульсий, отстаивается от механических примесей.**

**Газы после сепарации направляются на ГПЗ, которые являются ценным сырьём для нефтехимии, т.к. содержат углеводороды  $C_2-C_5$ .**

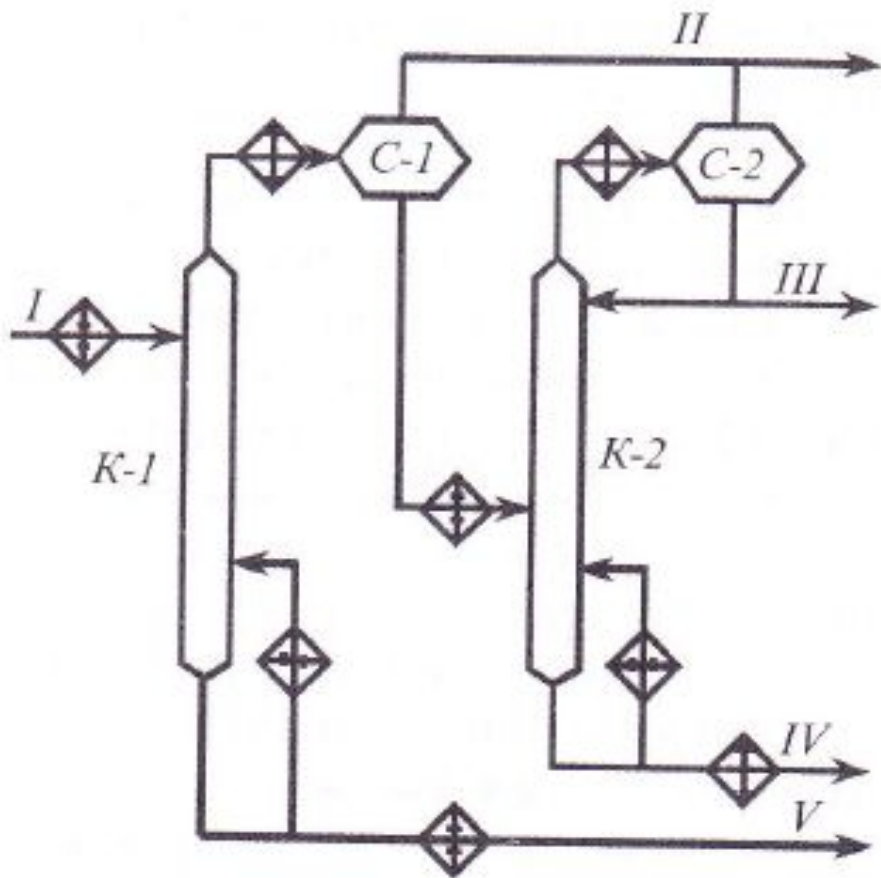
**После сепарации в нефти ещё остаётся до 4 % растворённых газов.**

**При обезвоживании происходит разрушение (дестабилизация) нефтяных эмульсий, образовавшихся при контакте нефти с водой, закачиваемой в пласт через нагнетательные скважины.**

**При обессоливании обезвоженную нефть смешивают с пресной водой, создавая искусственную эмульсию с низкой солёностью, которую затем разрушают. Воду снова закачивают в пласт для поддержания пластового давления и вытеснения нефти.**

**Стабилизацию нефти на промыслах осуществляют для удаления лёгких углеводородов, чтобы предотвратить образование в трубопроводах газовых пробок, затрудняющих перекачивание нефти.**

# Принципиальная схема двухколонной установки стабилизации нефти



*K-1, K-2* – колонны стабилизации;  
*C-1, C-2* – сепараторы;  
*I* – нестабильная нефть;  
*II* – сухой газ  $C_1-C_2$ ;  
*III* – жирный газ  $C_3-C_4$ ;  
*IV* – стабильный газовый бензин;  
*V* – стабильная нефть



**Нестабильная нефть / с промыслов нагревается в теплообменнике до  $60^{\circ}\text{C}$  и подаётся на верх первой стабилизационной колонны *K-1*.**

**В *K-1* поддерживается избыточное давление  $0,2-0,4$  МПа с целью лучшей конденсации паров бензина водой.**

**С низа колонны *K-1* выводится стабильная нефть, которая далее транспортируется на НПЗ.**

**Лёгкие фракции нефти с верха колонны *K-1* подают в сепаратор *C-1* с верху которого выводят сухой газ *II*, состоящий из  $C_1$ - $C_2$ , а с низу – сконденсированный бензин, который после нагрева в теплообменнике направляют в стабилизационную колонну *K-2*.**

**Давление в *K-2* поддерживают 1,3-1,5 МПа для конденсации жирного газа, состоящего из  $C_3$ - $C_4$ .**

**С верха *K-2* выводят газ, который отделяют в сепараторе *C-2* от конденсата – сжиженного газа и сухого газа.**

**Сжиженный газ транспортируют на ГПЗ, а стабильный газовый бензин с низа *K-2* смешивают со стабилизированной нефтью и направляют на НПЗ.**

**Классификация и требования к качеству подготовленных  
на промыслах нефтей по ГОСТ Р 51858–2002**

Показатель	Класс	Тип	Группа			В	
			1	2	3	1	
Массовая доля серы, % : до 0,6 — малосернистая 0,6–1,80 — сернистая 1,80–3,50 — высоко- сернистая более 3,50 — особо высокосернистая	1 2 3 4						
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> : до 830 — особо легкая 830,1–850,0 — легкая  850,1–870,0 — средняя  870,1–895,0 — тяжелая более 895,0 — битуминозная		0 (0Э) 1 (1Э) 2 (2Э) 3 (3Э) 4 (4Э)					
Массовая доля воды, %, не более Концентрация хлористых солей, мг/дм <sup>3</sup> , не более Содержание механических примесей, % мас., не более Давление насыщенных паров: кПа мм рт. ст.			0,5 100 0,05 66,7 500	0,5 300 0,05 66,7 500	1,0 900 0,05 66,7 500		
Массовая доля, %, не более: сероводорода метил- и этилмеркаптанов						20 40	50 60

**В товарной нефти,  
направляемой на НПЗ,  
содержание воды не  
должно превышать  
0,5 % мас.,  
мех. примесей не более  
0,05 % мас.,  
хлористых солей  
от 100 до 900 мг/л  
в зависимости от  
группы нефти,  
отражающей качество  
промысловой  
подготовки.**

**Промысловую нефть на НПЗ подвергают вторичной более глубокой очистке до содержания солей менее 5 мг/л и воды менее 0,1 % мас.**

**При снижении содержания хлоридов до 5 мг/л из нефти полностью удаляются такие металлы, как железо, кальций, магний, натрий, а содержание ванадия снижается в 2 раза. Эти примеси способствуют образованию стойких нефтяных эмульсий.**

**Чистая нефть, не содержащая солей металлов, и пресная вода при отстаивании легко расслаиваются.**



## **Обессоливание нефтей на НПЗ. Установка ЭЛОУ**

**Эмульсии представляют собой дисперсные системы из двух взаимно нерастворимых жидкостей, в которых одна диспергирована в другой в виде мельчайших капель (глобул).**

**Жидкость, в которой распределены глобулы – дисперсионная среда, диспергированная жидкость – дисперсная фаза.**

**Различают два вида нефтяных эмульсий:**

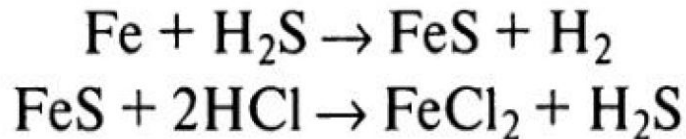
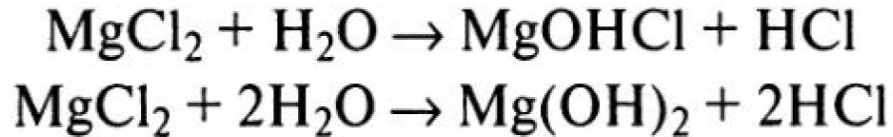
- ❖ нефть в воде – гидрофильная (нефтяные капли образуют дисперсную фазу внутри водной среды);**
- ❖ вода в нефти – гидрофобная (капли воды образуют дисперсную фазу в нефти).**

**Существуют химические методы разрушения эмульсий с применением деэмульгаторов – синтетических ПАВ, растворяющих адсорбционную бронирующую плёнку на поверхности раздела «нефть-вода».**

**Образовавшиеся нестойкие эмульсии легко коалесцируют в крупные глобулы воды и осаждаются из дисперсионной среды (нефти).**

**Однако химический метод разрушения эмульсий не обеспечивает требуемую глубину обезвоживания и обессоливания.**

## **Вредное воздействие хлористых солей и сероводорода на переработку нефти**



**При переработке сернистых нефтей образуется сероводород, который в сочетании с хлористым водородом является причиной сильной коррозии аппаратуры.**

**Хлористое железо переходит в водный раствор, а выделяющийся сероводород вновь реагирует с железом.**

**При совместном присутствии в нефтях хлоридов металлов и сероводорода во влажной среде происходит взаимно инициируемая цепная реакция разъедания металла.**

**В промышленности процесс обезвоживания и обессоливания осуществляют на установках ЭЛОУ (электрообессоливающая установка).**

**Здесь применяются одновременно методы химической, электрической, тепловой и механической обработки нефтяных эмульсий с разрушением сольватной оболочки, созданием благоприятных условий для коалесценции и укрупнению капель с осаждением глобул воды.**

**На установке ЭЛОУ в электродегидраторе предварительно подогретая нефть пропускается через электрическое поле переменной частоты и высокого напряжения 15-44 кВ при частоте смены полярности электродов 50 раз в секунду.**

**В результате индукции электрического поля диспергированные капли воды поляризуются, вытягиваются, сталкиваются друг с другом и укрупняются.**

**Под действием силы тяжести глобулы осаждаются с образованием водного слоя.**

# Устройство горизонтального электродегидратора

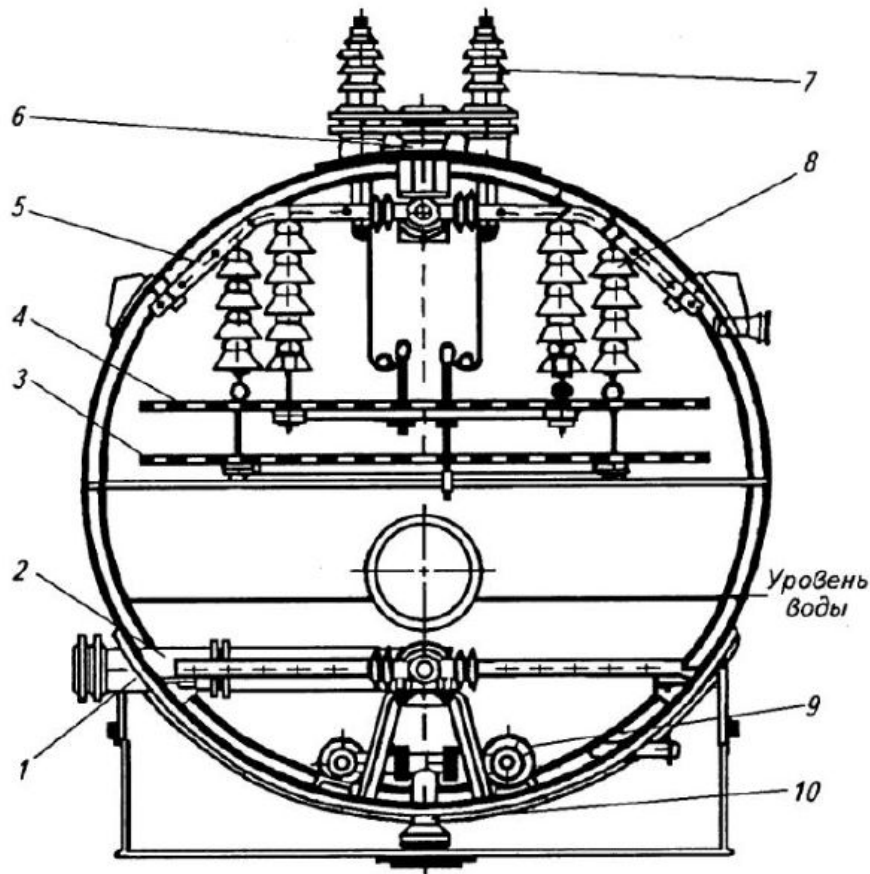


Рис. 6.11. Горизонтальный электродегидратор:

1 — штуцер ввода сырья; 2 — нижний распределитель; 3 — нижний электрод; 4 — верхний электрод; 5 — верхний сборник обессоленной нефти; 6 — штуцер ввода обессоленной нефти; 7 — штуцер проходного изолятора; 8 — подвесной изолятор; 9 — дренажный коллектор; 10 — штуцер ввода соленой воды

Нефтяная эмульсия поступает в аппарат через распределитель-маточник в нижней части аппарата. Нефть движется вверх через слой отстоявшейся воды, через зону слабого электрического поля — между нижним электродом и зеркалом воды, через зону сильного электрического поля между двумя электродами, через зону верхнего электрода и маточник сбора обессоленной нефти. Остаточное содержание солей в нефти 3-5 мг/л. Расход деэмульгатора 5-10 г/т нефти.

## **Атмосферная перегонка нефти**

**Установки первичной перегонки нефти предназначены для разделения нефти на фракции и последующей переработки или использования их в качестве компонентов товарных нефтепродуктов.**

**Они являются основой НПЗ. На них вырабатываются компоненты моторных топлив, смазочных масел, сырьё для вторичных процессов и для нефтехимического синтеза.**

**Перегонка нефти осуществляется в атмосферных трубчатках (АТ), вакуумных трубчатках (ВТ) или атмосферно-вакуумных трубчатках (АВТ).**

**Установки именуется по варианту переработки нефти, по направлению использования фракций: топливные, масляные или топливно-масляные.**

**На установках АТ осуществляют неглубокую перегонку нефти с получением топливных (бензиновых, керосиновых, дизельных) фракций и мазута.**

**Установки ВТ предназначены для перегонки мазута с получением широкой газойлевой фракции, масляных фракций и гудрона, которые используют в качестве сырья процессов вторичной переработки нефти с получением дополнительного количества светлых фракций, смазочных масел, кокса, битума.**

**Современные процессы первичной перегонки нефти являются комбинированными с установками ЭЛОУ (ЭЛОУ-АВТ).**

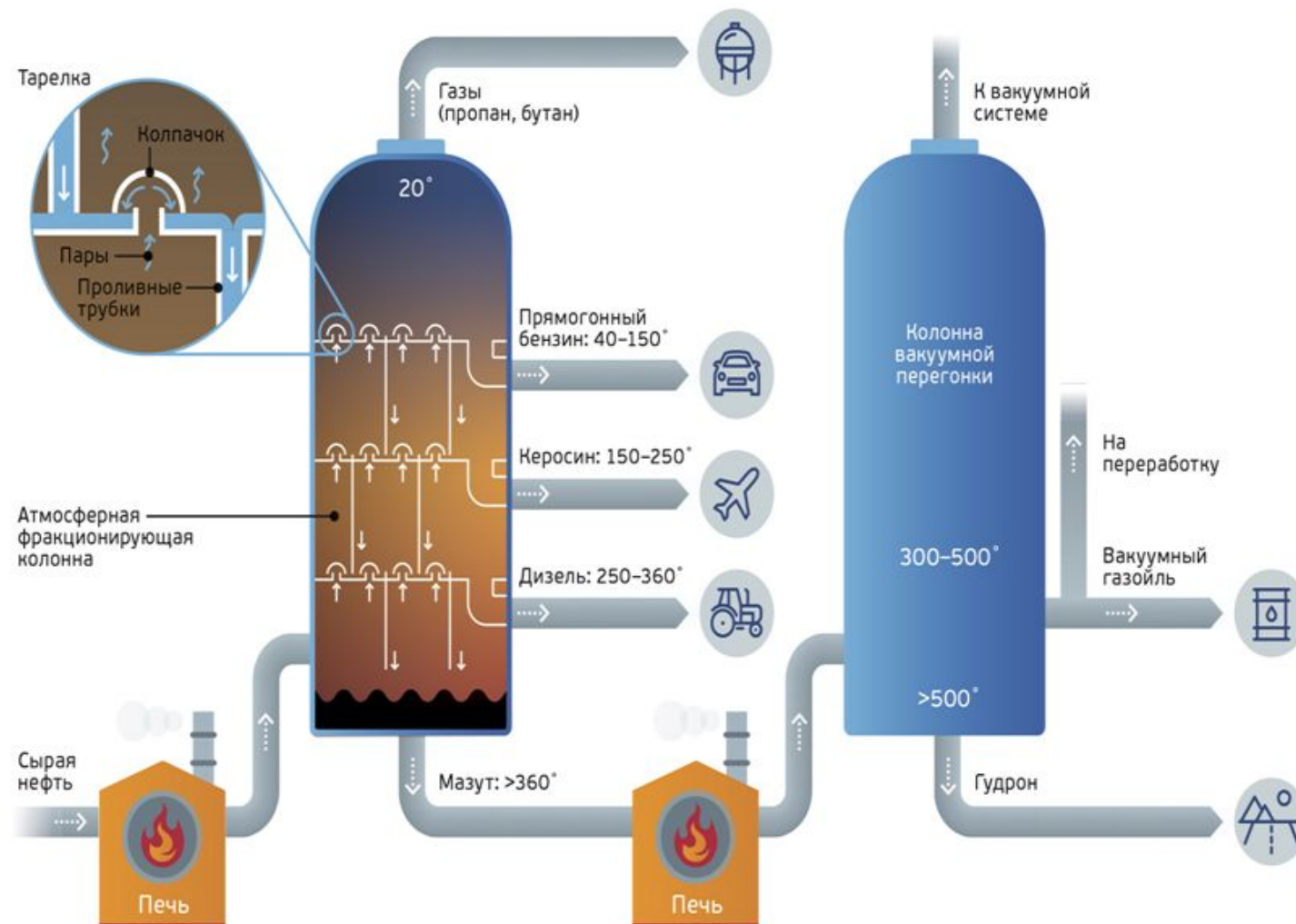


**Перегонка нефти на АТ осуществляется различными способами:**

- ❖ однократное испарение в одной ректификационной колонне;**
- ❖ двукратное испарение в двух последовательно расположенных колоннах.**

**По схеме однократного испарения нефть после ЭЛОУ нагревается в печи и затем подаётся в ректификационную колонну, где происходит однократное её испарение и разделение на фракции.**

# Схема однократного испарения нефти

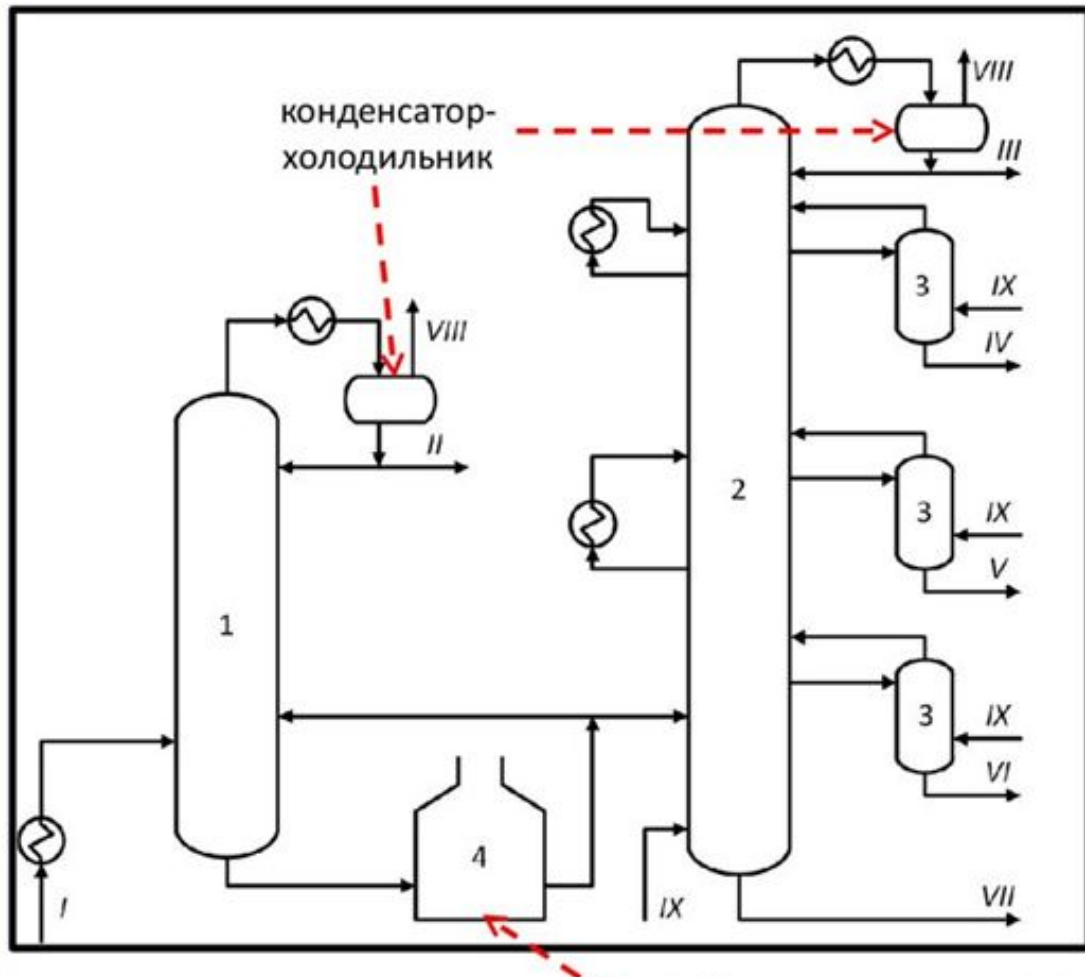


## **Схема двукратного испарения нефти**

**При большом содержании в нефти растворённого газа и низкокипящих фракций нефть разгоняется по схеме двукратного испарения в двух колоннах.**

**Из-за высокого содержания газа в нефти во всех аппаратах создаётся повышенное давление, возрастает нагрузка на печи и ректификационные колонны.**

## Принципиальная схема блока атмосферной перегонки нефти установки ЭЛОУ-АВТ



- 1** – отбензинивающая колонна;
- 2** – атмосферная колонна;
- 3** – стриппинг-секции;
- I** – нефть с ЭЛОУ;
- II** – лёгкий бензин;
- III** – тяжёлый бензин;
- IV** – фракция 180-220°C;
- V** – фракция 220-280°C;
- VI** – фракция 280-350°C;
- VII** – мазут;
- VIII** – газ;
- IX** – водяной пар

**Сырая нефть после ЭЛОУ нагревается в теплообменнике и поступает в первую отбензинивающую колонну 1, с верха отбирается лёгкая фракция бензина н.к.-85°С, с низу полуотбензиненная нефть. Отбирается 50-60 % бензина от потенциала.**

- ❖ Колонна 1 выполняет функцию стабилизатора, снижает нагрузку на сырьевой насос и на печи. Обеспечивает стабильную работу основной ректификационной колонны.**
- ❖ Полуотбензиненная нефть нагревается в трубчатой печи до 350°С и подаётся в основную колонну 2 с боковыми отпарными секциями для выделения топливных фракций.**

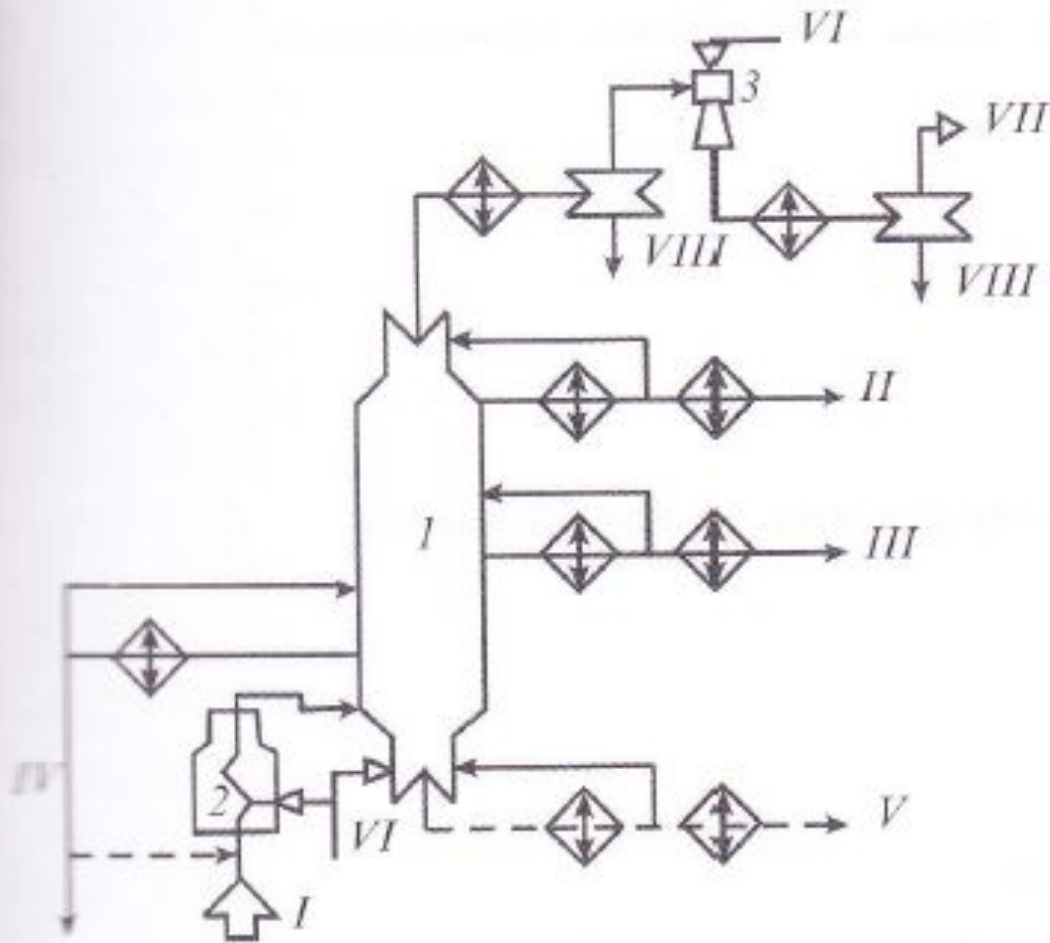
- ❖ **Часть нагретой в печи нефти возвращается в колонну 1 в виде горячей струи для получения дополнительного количества тепла.**
- ❖ **С верха колонны 2 отбирают тяжёлый бензин, с сбоку через отпарные колонны 3 (стриппинг-секции) выводят топливные фракции 180-220°C, 220-280°C, 280-350°C.**
- ❖ **На верх атмосферной колонны 2 в качестве острого орошения подаётся верхний дистиллят, по высоте колонны отбирается несколько промежуточных боковых погонов, часть которых после охлаждения возвращают в виде циркуляционных орошений.**
- ❖ **В нижние части атмосферной и отпарных колонн подаётся перегретый водяной пар для отпарки легкокипящих фракций. С низа колонны 2 выводят мазут, который направляют в блок вакуумной перегонки.**

## **Вакуумная перегонка мазута**

**Цель вакуумной перегонки мазута – получение вакуумного газойля состава 350-500 °С, используемого как сырьё установок каталитического крекинга и гидрокрекинга. Выход широкой фракции составляет 40-60 % от мазута.**

**Конструкция вакуумной колонны отличается суженной нижней отгонной частью, что способствует увеличению скорости движения газовой фазы и сокращению времени пребывания остатка в колонне во избежание его деструкции под действием высоких температур. Из-за больших потоков паров диаметр вакуумной колонны больше диаметра атмосферной.**

При перегонке мазута по топливному варианту используют схему однократного испарения с применением одной сложной ректификационной колонны с выводом дистиллятных фракций через отпарные колонны или без них. При использовании отпарных колонн по высоте основной вакуумной колонны организуют несколько циркуляционных орошений.



- 1 – вакуумная колонна;
- 2 – вакуумная печь;
- 3 – парожеторный вакуумный насос;
- I – мазут;
- II – лёгкий вакуумный газойль;
- III – вакуумный газойль;
- IV – затемнённая фракция;
- V – гудрон;
- VI – водяной пар;
- VII – газы разложения;
- VIII – конденсат (вода и нефтепродукт)



- ❖ **Мазут с блока АТ нагревается в печи и поступает в вакуумную колонну 1.**  
**Вакуум создается парозежекторными вакуумными насосами 5-10 мм рт. ст.**
- ❖ **В низ отгонной части колонны 1 вводится водяной пар в количестве 1-7 % на мазут.**
- ❖ **Верхний боковой погон – фракция лёгкого вакуумного газойля (соляр). Часть её после охлаждения возвращается на верх колонны – верхнее циркуляционное орошение.**
- ❖ **Второй боковой погон – широкая газойлевая фракция. Часть её после охлаждения используется как среднее циркуляционное орошение, балансовый избыток выводят с установки.**

- ❖ С нижней тарелки концентрационной части колонны 1 выводят затемнённую фракцию, часть которой используется как нижнее циркуляционное орошение, балансовый избыток выводят с установки.
- ❖ С низа вакуумной колонны отбирают гудрон, часть гудрона возвращают в низ колонны в качестве квенчига, а остальная часть направляется на дальнейшую переработку.

**Квенчинг (квенч) в нефтепереработке – это технологический метод, который даёт возможность быстро прекратить крекингую реакцию с помощью подачи холодного сырья или охлажденного нефтепродукта в горячие крекингвые продукты.**

**Благодарю за внимание!**

