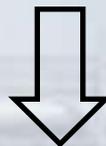
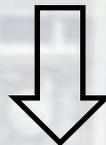


ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕРЕБОТКА НЕФТИ на НПЗ

***1. Подготовка нефти к переработке
(глубокое обезвоживание и
обессоливание)***



2. Атмосферная перегонка нефти



3. Вакуумная перегонка мазута

Нефти, поставляемые на НПЗ, делятся в соответствии с нормативами ГОСТ Р 51858-2002 (техническая классификация) на следующие группы:

	1	2	3
Содержание хлоридов, мг/л, не более	100	300	900
Содержание воды, % (масс), не более	0,5	0,5	0,5
Содержание мех. примесей, % (масс), не более	0,05	0,05	0,05

Совершенствование методов промышленной подготовки нефти позволило в настоящее время увеличить долю нефтей, соответствующих 1 группе, до 85 % (против 30—35 % в 70-х годах XX века).

Требования к нефти, поступающей на перегонку:

Содержание солей, мг/л, не более	3—5
Содержание воды, % (масс.), не более	0,1
Содержание мех. примесей	Отсутствуют

Основы технологии обезвоживания и обессоливания нефти на НПЗ

Окончательное обезвоживание и обессоливание проводят на НПЗ на **электрообессоливающих установках (ЭЛОУ)**. Основными аппаратами данных установок являются электродегидраторы.

В России эксплуатируется несколько типов электродегидраторов:

- **вертикальные**, объемом 30 м³ (разработаны еще в середине 40-х годов, устаревшие);
- **шаровые ЭДШ-600** объемом 600 м³ (разработаны в 50-е годы); они вошли в состав установок ЭЛОУ, совмещенных с установками первичной перегонки нефти;
- **горизонтальные типа 2ЭГ-160** объемом 160 м³, разработанные ВНИИНефтехимом в 60-е годы и вошедшие в состав крупных блоков ЭЛОУ мощностью 6 и 8 млн. т/год на комбинированных установках ЭЛОУ-АТ и ЭЛОУ-АВТ.

Характеристика отечественных электродегидраторов

Геометрические размеры и основные показатели	Тип электродегидратора		
	верти кальный	шаровой	горизон тальный
Объем V , м ³	30	600	160
Диаметр D , м	3	10,5	3,4
Длина L или высота H , м	4,3	—	17,6
Площадь горизонтального сечения S , м ²	7	86	60
Удельная площадь горизонтального сечения S/V м ² /м ³	0,23	0,13	0,4
Линейная скорость движения нефти V/S , м/с	4,3	7	2,7
Удельная производительность G/V , м ³ (м ³ ч)	0,5...1,0	0,5...1,0	1,5...3,0
Производительность, м ³ /ч	15...30	300...60	240...480
Расчетное давление, МПа	0,4...0,6	0,6...0,7	1 или 1,8
Расчетная температура, °С	90	100	160
Масса с электродами, т	—	100	37

Схема работы электродегидратора

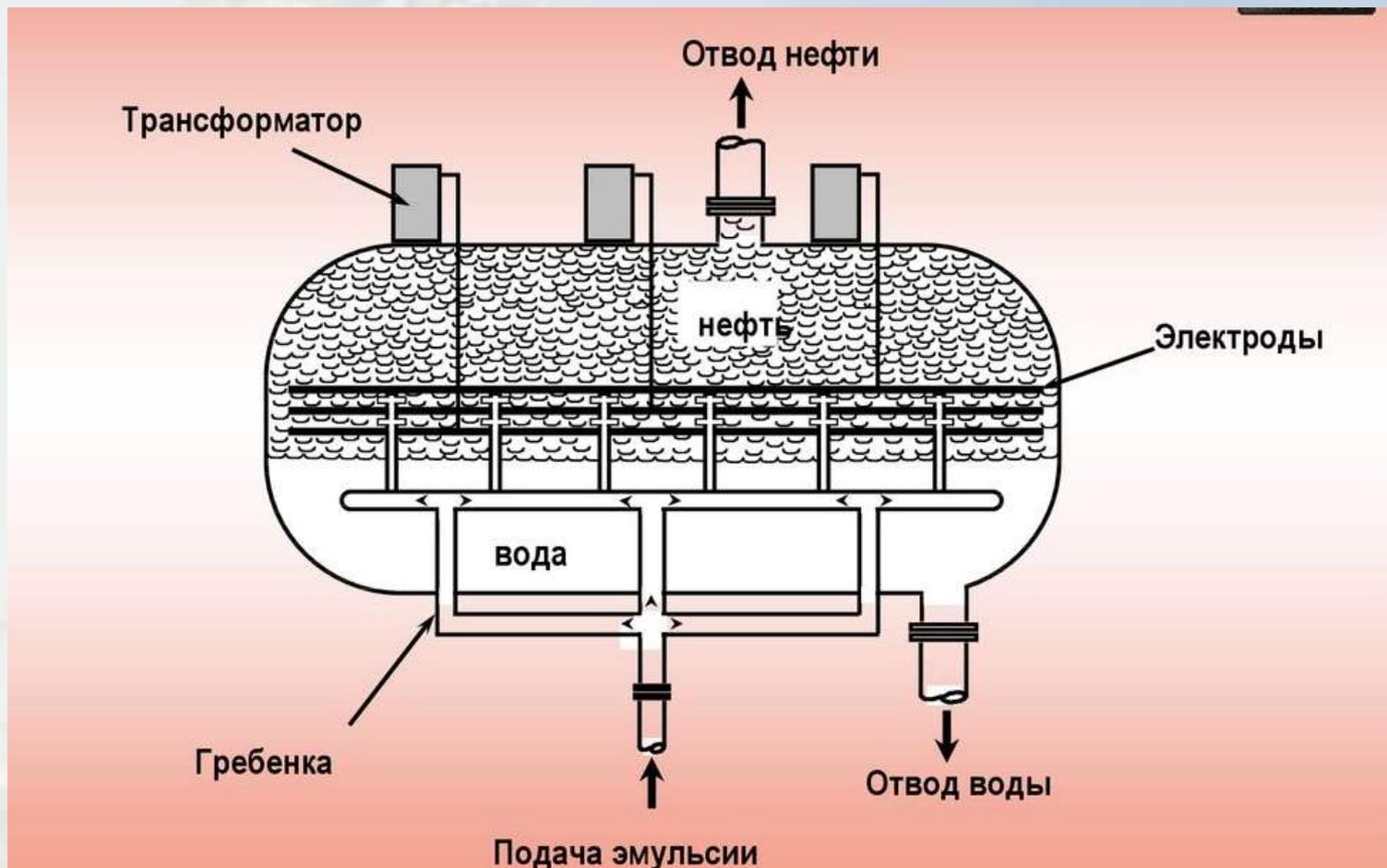
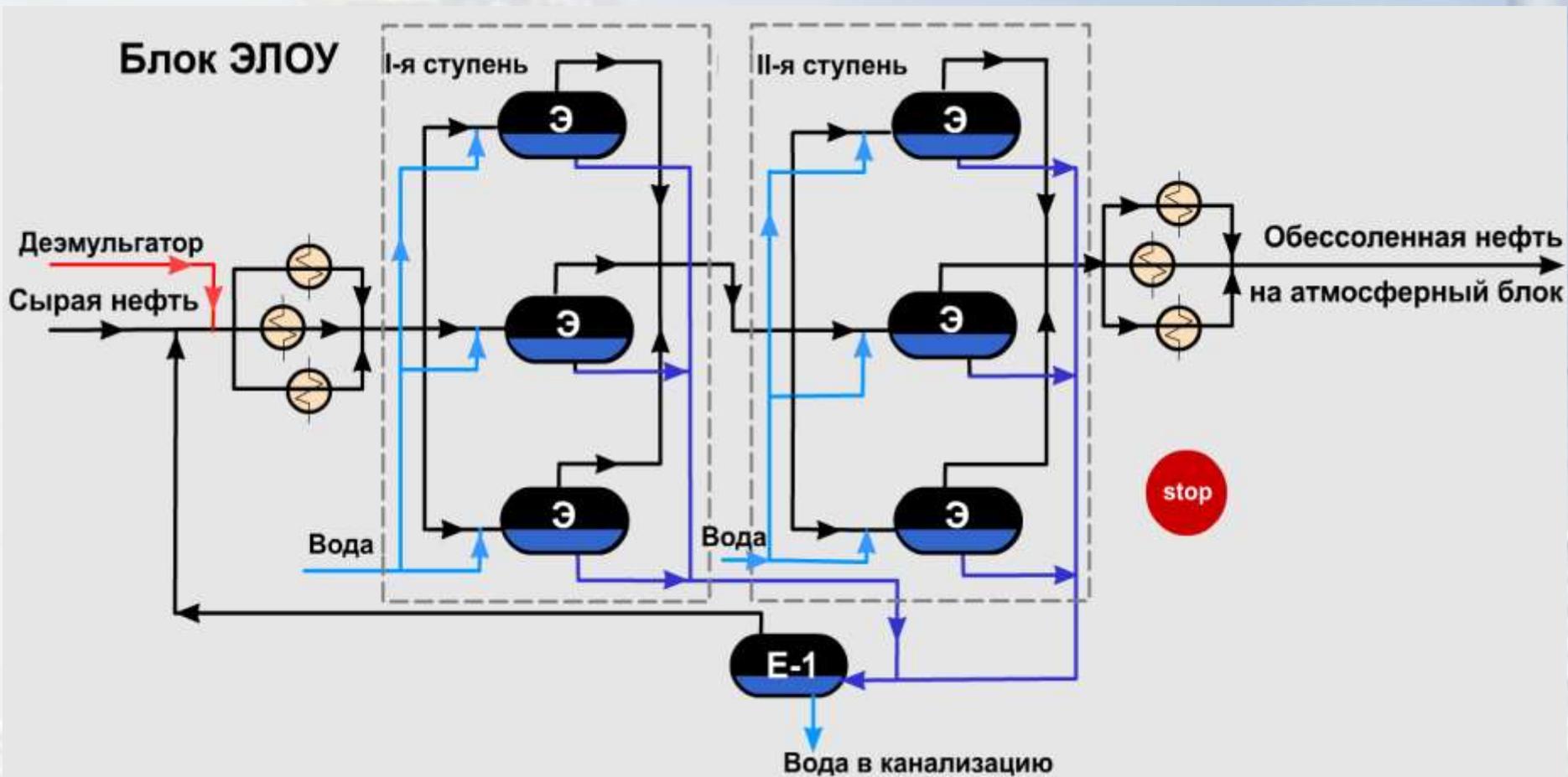
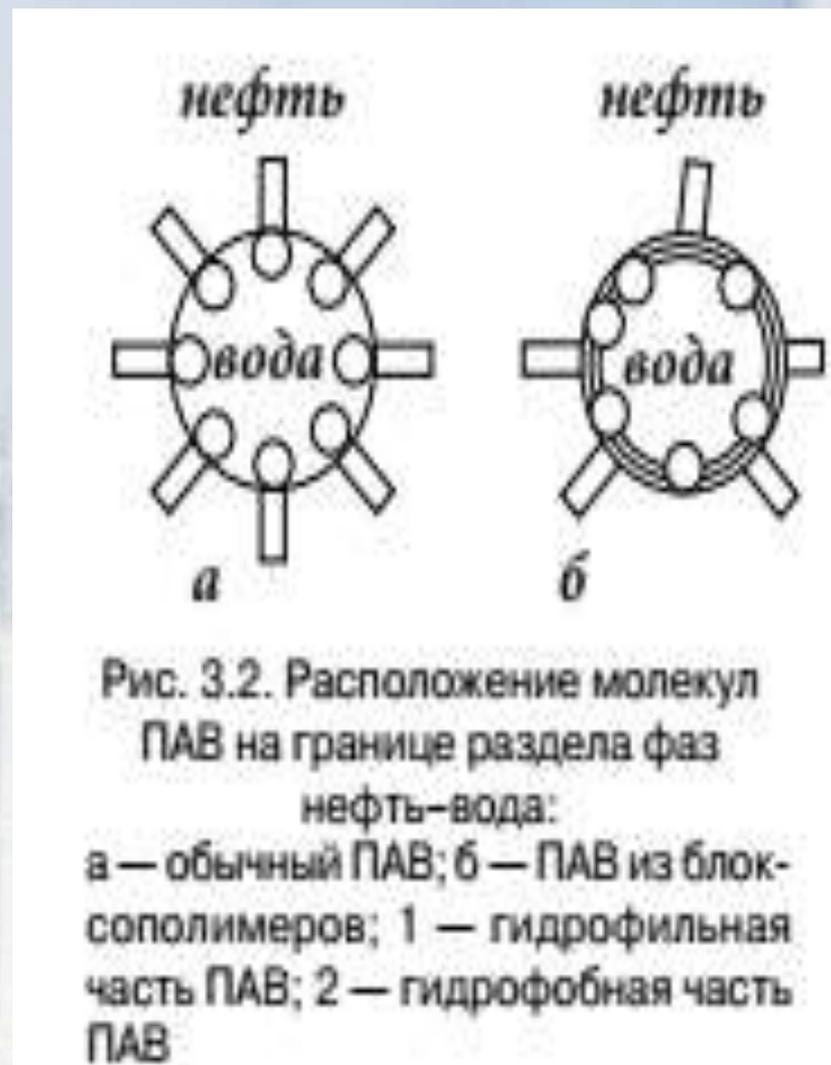


Схема блока ЭЛОУ



Разрушение нефтяных эмульсий применением деэмульгаторов

- **Оксиэтилированные жирные кислоты (ОЖК)**
- **Оксиэтилированные алкилфенолы (ОП-10)**
- **блоксополимеры полиоксиалкиленов**
- диссольванты 4400, 4411, 4422 и 4433, (65 %-е растворы ПАВ в воде или метиловом спирте с молекулярной массой 2500...3000)
- сепарол, бескол, прохалит



Технологический режим

■ Температура, °С:		
Сырой нефти, поступающей на установку		10-30
Нефти в электродегидраторах		
Шаровых		90-100
Горизонтальных		120-140
■ Давление в электродегидраторах, кгс/см ² :		
Шаровых		≤ 6
Горизонтальных		12-14

Материальный баланс

Поступило:

■ Нефть сырая	100,2
В том числе вода и соли	(0,2)
■ Вода свежая или конденсат	5,0
■ Всего	105,2

Получено:

■ Нефть обессоленная	99,8
■ Соляной раствор	5,2
■ Всего	105,2

Расходные показатели (на 1т нефти) для отдельно стоящей установки обессоливания:

■ Пар водяной, Гкал	0,035
■ Электроэнергия, кВт*ч	2,5
■ Вода, м ³	0,20
■ Дезэмульгатор, г	10-30

Технологические основы процессов атмосферной (АТ), вакуумной (ВТ) перегонки нефти и вторичной перегонки бензинов (ВПБ)

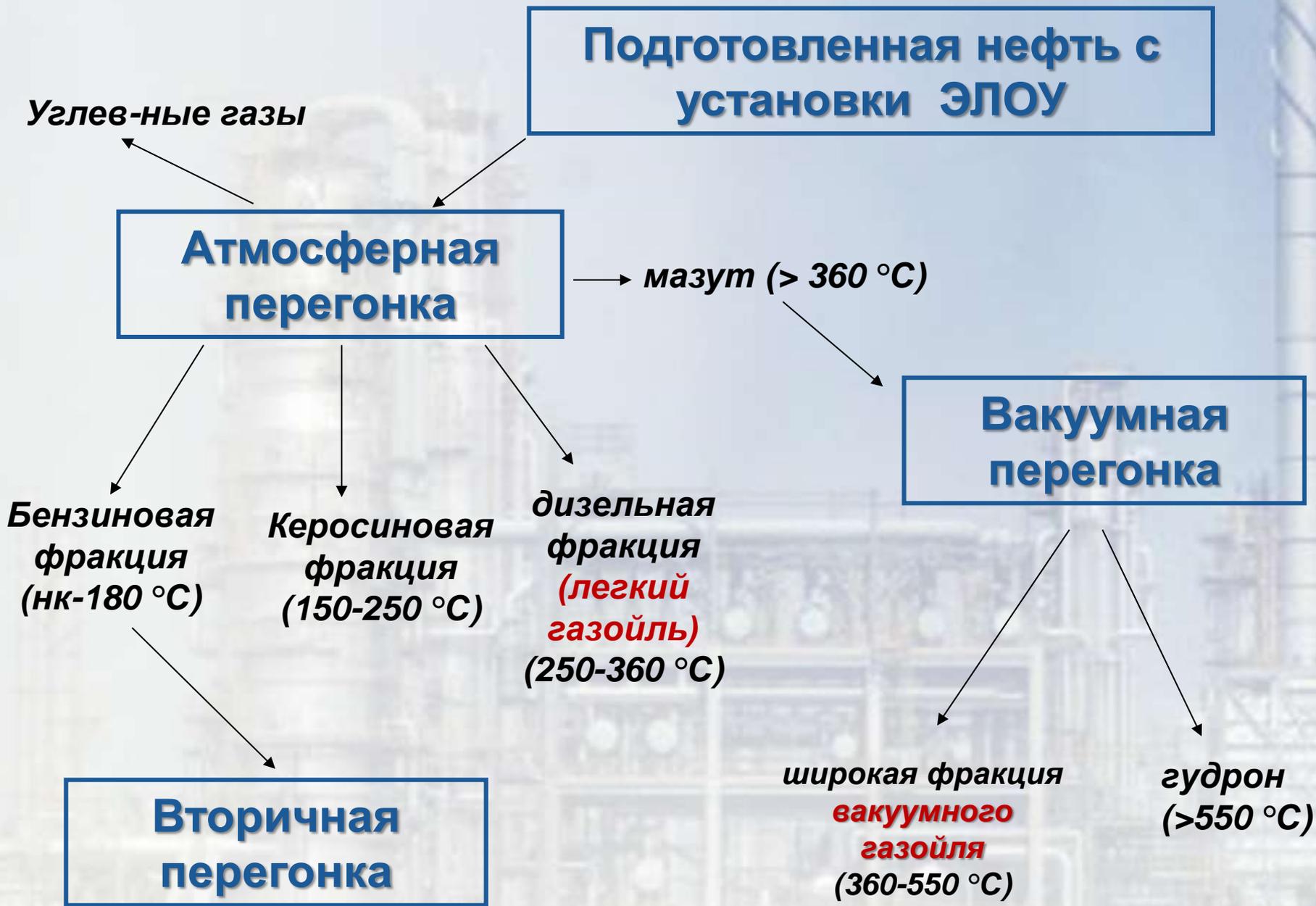
Процессы первичной переработки, являются главными на любом НПЗ, комбинированными (ЭЛОУ-АВТ), предназначены для разделения обессоленной на ЭЛОУ нефти на фракции (бензиновые, керосиновые и дизельные, вакуумный газойль или масляные дистилляты и в остатке мазут и гудрон) и последующей их каталитической переработки или использования в качестве компонентов товарных нефтепродуктов или нефтехимического сырья.

Материальный баланс, ассортимент и качество прямогонных дистиллятов как сырья последующих каталитических процессов определяются главным образом фракционным или углеводородным составом исходной нефти.

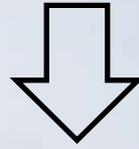
Технология первичной переработки нефтяного сырья базируется на теоретических закономерностях ректификации многокомпонентных смесей.

Глубина отбора фракций от потенциального содержания их в нефти (кривых ИТК) обуславливается оптимальной технологической схемой АВТ и технической оснащённостью ректификационных колонн (эффективными контактными, вакуум-создающими устройствами и т.д.), трубчатых печей и др. оборудования. Типовой наиболее распространённой установкой отечественной нефтепереработке является ЭЛОУ-АВТ-6 производительностью 6 млн. т нефти в год.

Блок атмосферной перегонки этой установки функционирует по схеме двукратного испарения и конденсации (т.е. двухколонной схеме).



Бензиновая фракция (нк-180 °С)



**Нефтехимический
профиль**

**Вторичная
перегонка**

**Топливный
профиль**

Изомеризация

фракция
(нк-62 °С)

бензольная
фракция
(62 - 85 °С)

толуольная
фракция
(85 -105 °С)

ксилольная
фракция
(105 -150 °С)

фракция
(150 -180 °С)

фракция
(нк-75 °С)

фракция
(75 -105 °С)

фракция
(105 -180 °С)

Изомеризация

изомеризат

**Компаундирование
автобензина**

рифформат

**Каталитический
рифформинг**

Прямогонный остаток (мазут)

Топливный
профиль

Маслянный
профиль

Вакуумная
перегонка

Вакуумный
газойль

Масляные
фракции

Кат. крекинг

Селективная
очистка

ГУДРОН
(более 500 °С)

Катализат

Рафинат

Компаундирование
автобензина

Коксование

Окисление

Депарафинизация

Светлые
НП

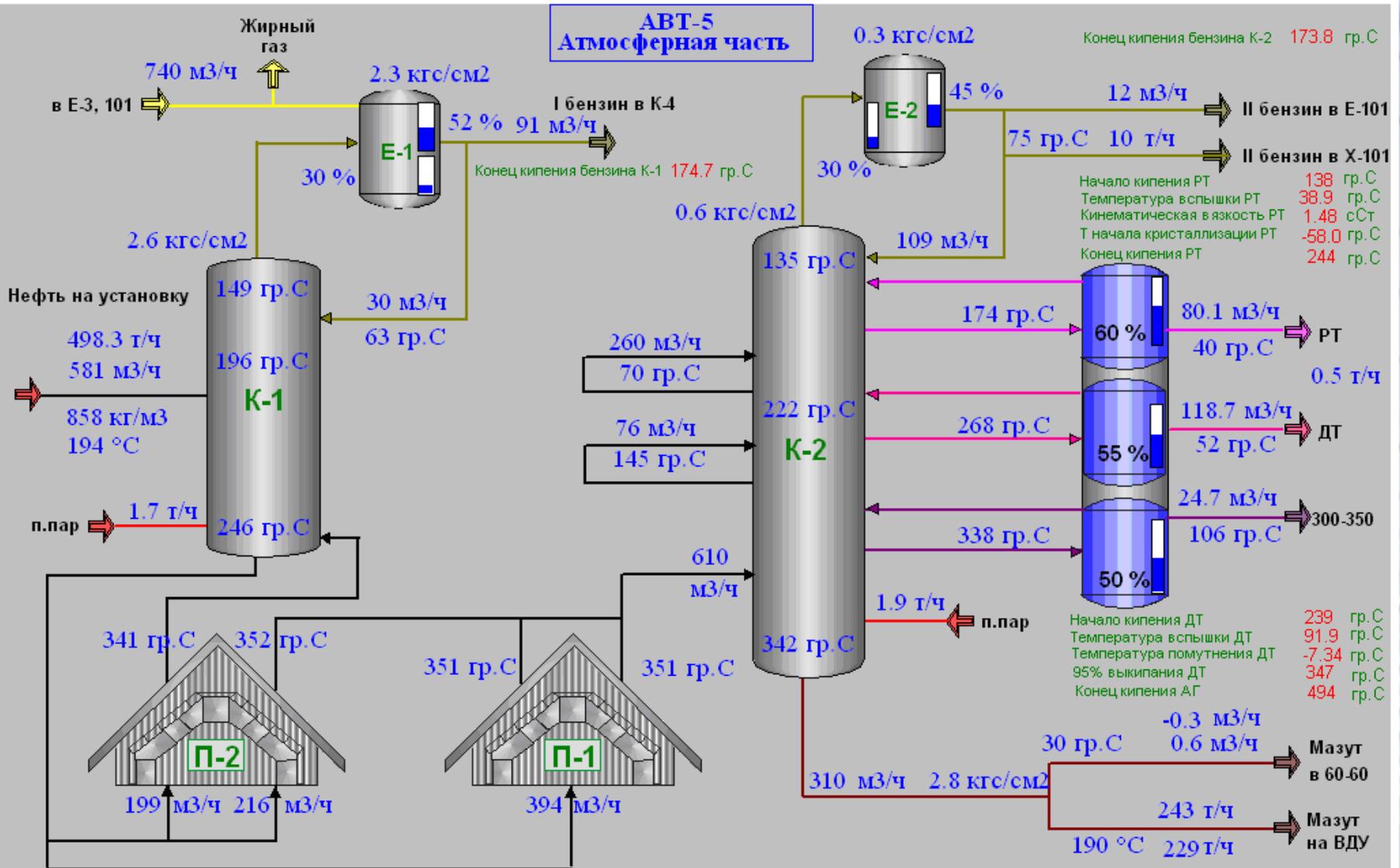
Кокс

Битум

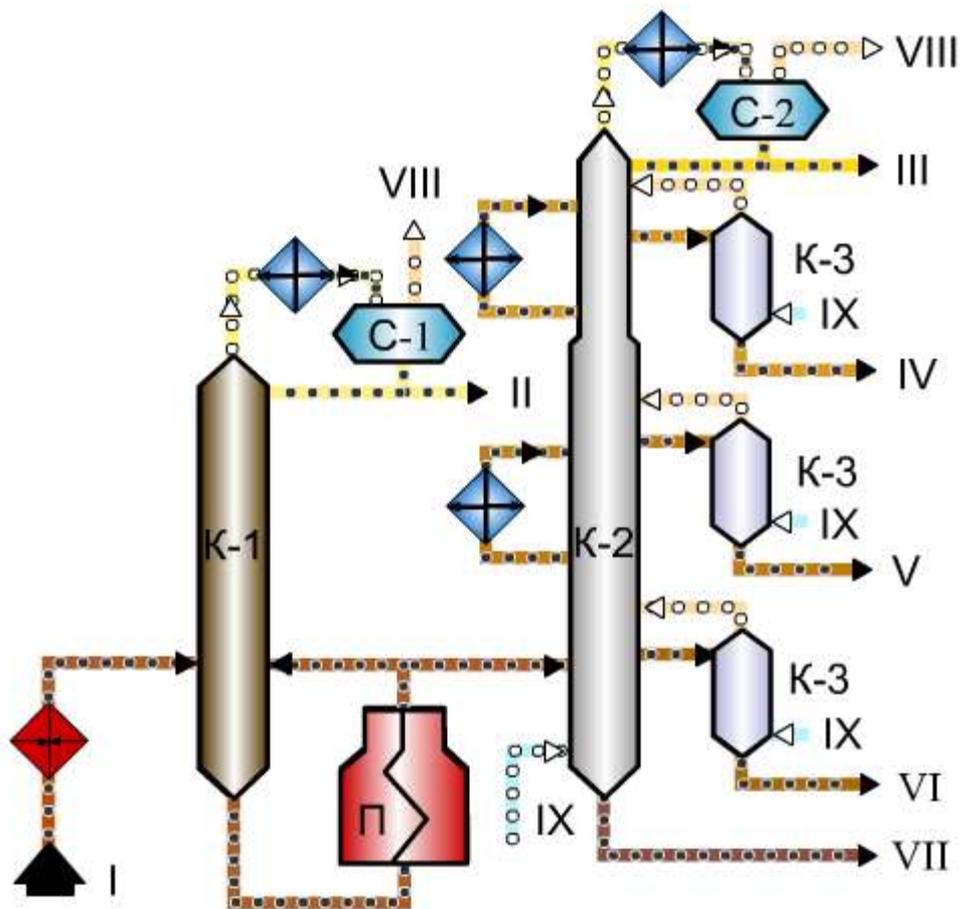
Парафины

Базовые
масла

АВТ-5 Атмосферная часть



Принципиальная схема блока АТ нефти установки ЭЛОУ-АВТ-6



- I** — нефть с ЭЛОУ;
- II** — легк. бензин;
- III** — тяж. бензин;
- IV** — фр-я 180...220 °С;
- V** — фр-я 220...280 °С;
- VI** — фр-я 280...350 °С;
- VII** — мазут;
- VIII** — газ;
- IX** — водяной пар

Технологический режим работы блока АТ

Колонна частичного отбензинивания нефти (К-1)

Температура, °С

Питания - 205

Верха - 155

Низа - 240

в емкости орошения - 70

Давление, Мпа - 0,5

Кратность острого орошения,

кг/кг - 0,6:1

Атмосферная колонна (К-2)

Температура, °С

питания - 365

верха - 146

низа - 342

вывода фракций: 180-220 °С - 196

220-280 °С - 246

280-350 °С - 312

Давление, Мпа - 0,25

Кратность острого орошения,

кг/кг - 1,4:1

Материальный баланс блока АТ перегонки самотлорской нефти

Поступило, %

Нефть (поток I) **100**

Получено, % на нефть

Газ и нестабильный

бензин (**н.к.-180 °С**) (потоки II, III, VIII) **19,1**

Фракции: **180-220 °С (IV)** **7,4**

220-280 °С (V) **11,0**

280-350 °С (VI) **10,5**

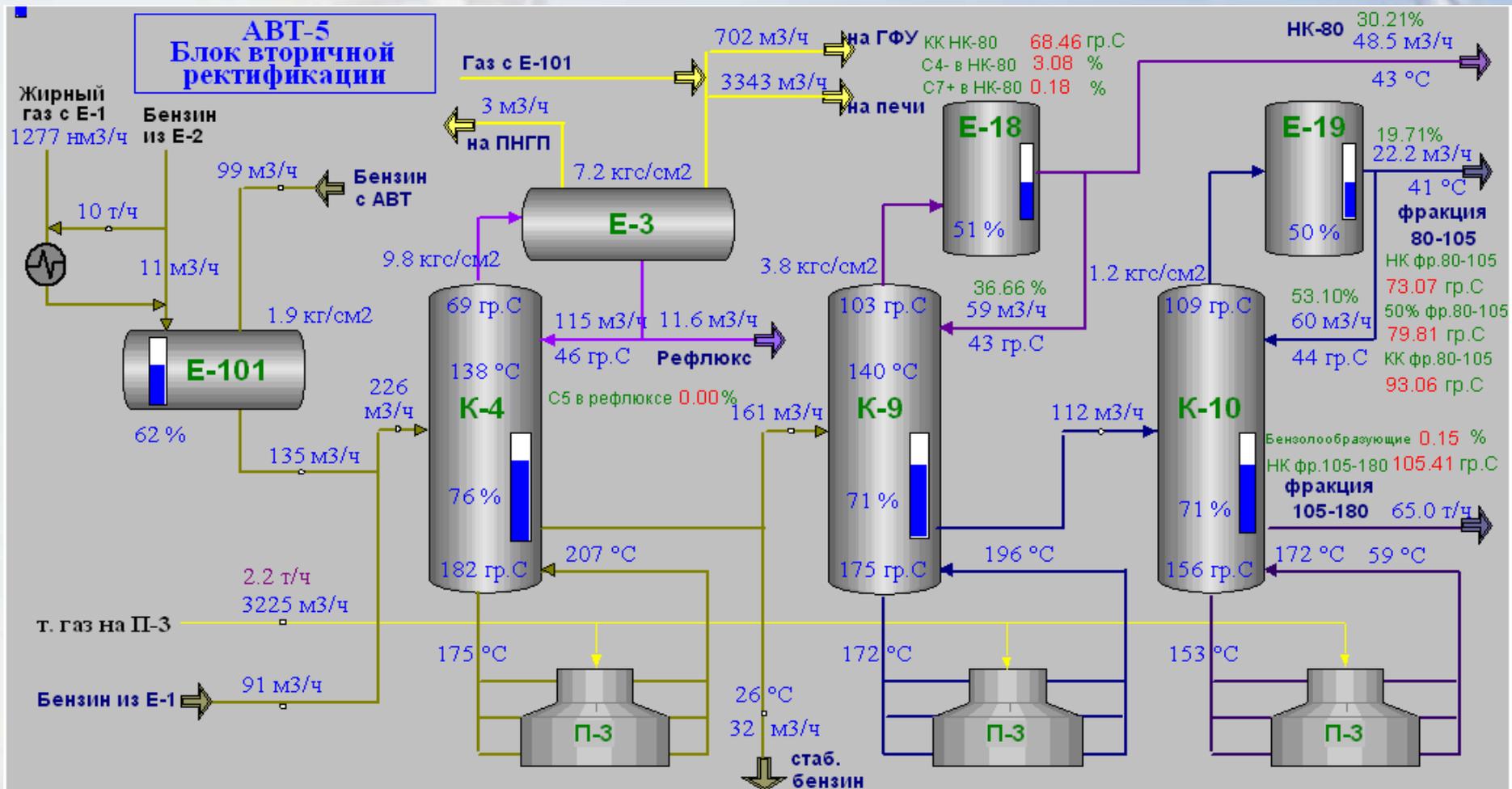
Мазут (VII) **52,0**

Целевое назначение блока ВПБ

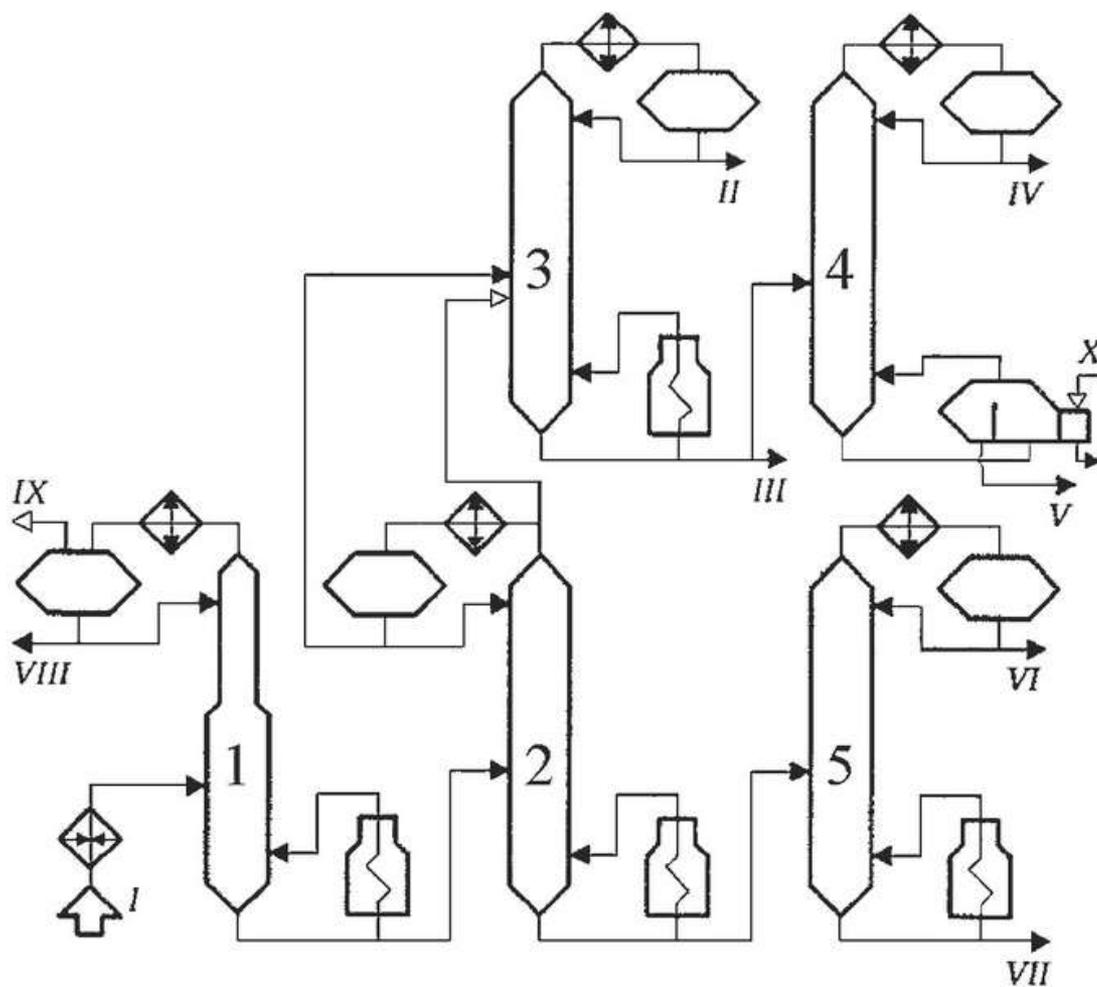
Стабилизация прямогонного бензина с выделением сухого ($C_1 - C_2$) и сжиженного ($C_3 - C_4$) газов и фракционирование стабилизированного бензина на более узкие фракции для последующей переработки (ароматизации) в процессе каталитического риформинга для получения:

- компонента высокооктанового автобензина (фр. н.к.- $62\text{ }^\circ\text{C}$, $62 - 85\text{ }^\circ\text{C}$ и $85 - 180\text{ }^\circ\text{C}$)
- индивидуальных аренов из фракций:
 - $62 - 85\text{ }^\circ\text{C}$ (бензольная),
 - $85 - 105\text{ }^\circ\text{C}$ (толуольная)
 - и $105 - 140\text{ }^\circ\text{C}$ (ксилольная).

АВТ-5 Блок вторичной ректификации



Принципиальная схема блока стабилизации и ВПБ установки ЭЛОУ-АВТ-6



1 — колонна стабилизации;

2–5 — колонна вторичной перегонки;

I — нестабильный бензин;

II — фр-я C5 — 62 °С;

III — фр-я 65...105 °С;

IV — фр-я 62...85 °С;

V — фр-я 85...105 °С;

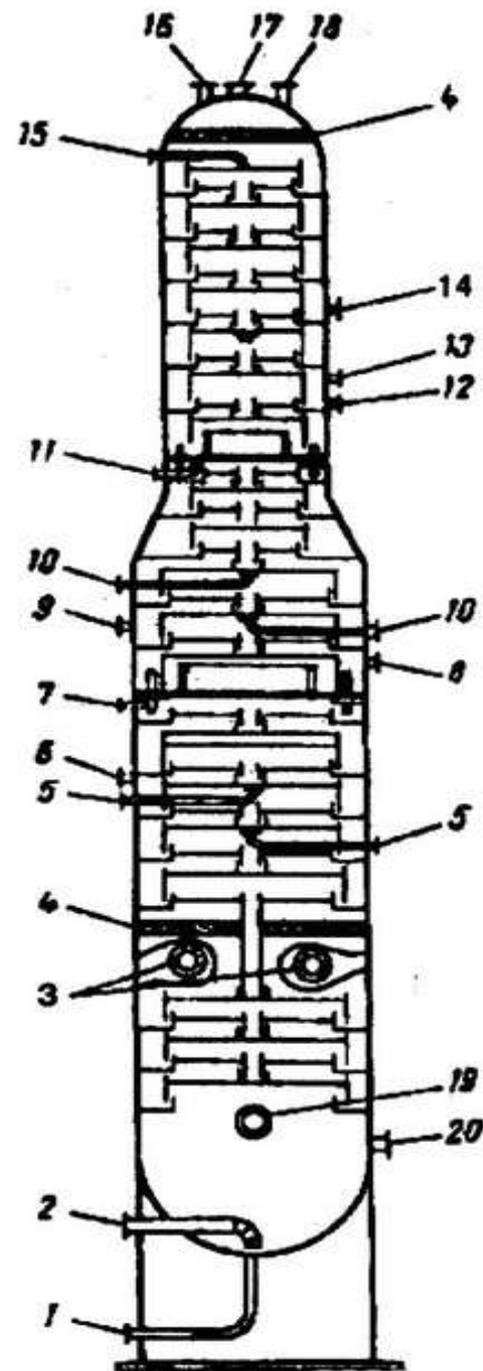
VI — фр-я 105...140 °С;

VII — фр-я 140...180 °С;

VIII — сжиженная фракция C2–C4;

IX — сухой газ (C1–C2);

X — водяной пар



Основная атмосферная колонна

- 1** – дренажный штуцер;
- 2** – штуцер вывода мазута;
- 3** – штуцер ввода сырья;
- 4** – сетчатые отбойники;
- 5** – вывод фракции 280...350 в отпарную колонну;
- 6** – штуцер возврата паров из отпарной колонны;
- 10** – вывод фракции 220...280 в отпарную колонну;
- 11** – штуцер вывода первого циркуляционного орошения;
- 12** – штуцер ввода первого циркуляционного орошения;
- 13** – штуцер вывода фракции 180...220 в отпарную колонну;
- 14** – штуцер возврата паров с отпарной колонны;
- 15** – штуцер ввода острого орошения;
- 16** – штуцер-воздушник;
- 17** – штуцер вывода паров с основной атмосферной колонны;
- 18** – штуцер под ППК;
- 19** – штуцер для ввода пара;
- 20** – штуцер для замера уровня

Материальный баланс блока ВПБ

Поступило, % на нефть:	
■ Нестабильный бензин	19,10
Получено, % на нефть:	
■ Сухой газ ($C_1 - C_2$)	0,20
■ Сжиженный газ ($C_3 - C_4$)	1,13
■ Фракция $C_5 - 62\text{ }^\circ\text{C}$	2,67
■ Фракция $62 \dots 105\text{ }^\circ\text{C}$	6,28
■ Фракция $105 \dots 140\text{ }^\circ\text{C}$	4,61
■ Фракция $140 \dots 180\text{ }^\circ\text{C}$	4,21

Технологический режим и характеристика РК блока стабилизации и ВПБ

	№ колонны				
	1	2	3	4	5
■ Температура, °С					
Питания	145	154	117	111	150
Верха	75	134	82	96	132
Низа	190	202	135	127	173
В емкости орошения	55	97	60	80	110
■ Кратность орошения, кг/кг	3,5:1	1,3:1	4:1	2,2:1	2,4:1
■ Давление, МПа	1,1	0,45	0,35	0,20	0,13
■ Диаметр, м					
Верхняя часть	2,8	3,6	3,6	2,8	4,0
Нижняя часть	3,6	-	-	-	-
■ Число тарелок	40	60	60	60	60

Принципиальная схема блока стабилизации и вторичной перегонки бензина установки ЭЛОУ-АВТ-6



1 - колонна стабилизации; **2-5** - колонны вторичной перегонки;

I - нестабильный бензин; **II** - фракция C_5 - 62 °С; **III** - фракция 65-105 °С; **IV** - фракция 62-85 °С; **V** - фракция 85-105 °С; **VI** - фракция 105-140 °С, **VII** - фракция 140-180 °С; **VIII** - сжиженная фракция C_2-C_4 ; **IX** - сухой газ ($C_1 - C_2$); **X** - водяной пар

Технологический режим и характеристика ректификационных колонн блока стабилизации и вторичной перегонки бензина

Технологические параметры	Колонны				
	1	2	3	4	5
Температура, °С					
питания	145	154	117	111	150
верха	75	134	82	96	132
низа	190	202	135	127	173
в емкости орошения	55	97	60	80	110
Кратность орошения, кг/кг	3,5:1	1,3:1	4:1	2,2:1	2,4:1
Давление, МПа	1,1	0,45	0,35	0,20	0,13
Диаметр, м					
верхняя часть	2,8	3,6	3,6	2,8	4,0
нижняя часть	3,6	-	-	-	-
Число тарелок	40	60	60	60	60

Материальный баланс блока стабилизации и вторичной перегонки бензина

Поступило, % на нефть

Нестабильный бензин -19,1

Получено, % на нефть

Сухой газ (C ₁ -C ₂)	- 0,2
Сжиженный газ (C ₂ -C ₄)	-1,13
Фракция н.к.- 62°С (C ₅)	- 2,67
Фракция 62 - 105°С (бензольно-толуольная)	- 6,28
Фракция 105 - 140°С (ксилольная)	- 4,61
Фракция 140 - 180°С	- 4,21

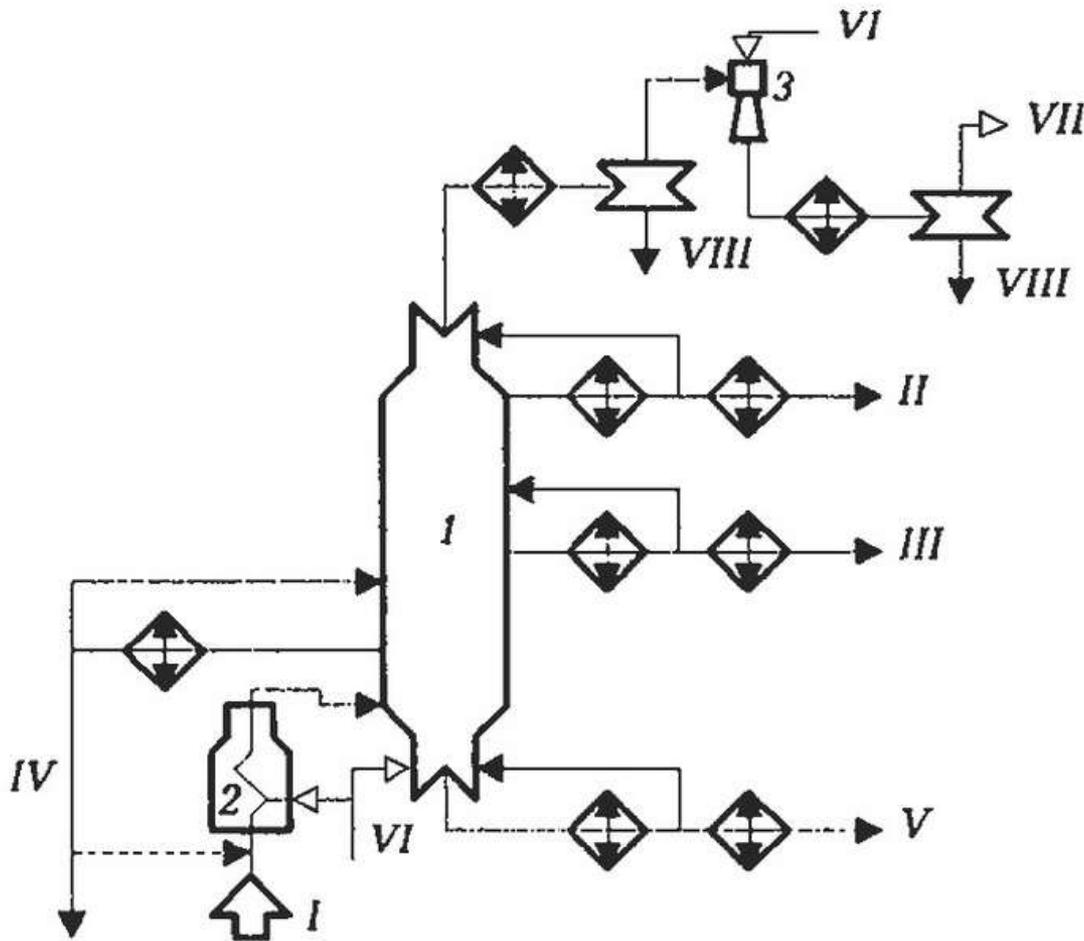
Вакуумный блок

- Основное назначение установки (блока) вакуумной перегонки мазута топливного профиля — получение вакуумного газойля широкого фракционного состава (350... 500 °С), используемого как сырье установок каталитического крекинга, гидрокрекинга или пиролиза и в некоторых случаях – термического крекинга с получением дистиллятного крекинг-остатка, направляемого далее на коксование с целью получения высококачественных нефтяных коксов.

уровни вакуума в колоннах

- В вакуумных колонных аппаратах и процессах, в зависимости от глубины и применяемой системы его создания и поддержания, используют следующие уровни вакуума:
 - низкий – от 760 до 10 мм рт. ст. (101 ... 1,33 кПа);
 - средний – от 10 до 1 мм рт. ст (1,33 ... 0,133 кПа);
 - глубокий – от 1 до 10–3 мм рт. ст. (0,133 ... 0,000133 кПа);
 - сверхглубокий – ниже 10–3 мм рт. ст).(ниже 0,000133 кПа).

Принципиальная схема блока ВП мазута установки ЭОУ-АВТ-6



- 1** — вакуумная колонна;
- 2** — вакуумная печь;
- 3** — парожетторный вакуумный насос;
- I** — мазут из АТ;
- II** — легкий вакуумный газойль;
- III** — вакуумный газойль;
- IV** — затемненная фракция;
- V** — гудрон;
- VI** — водяной пар;
- VII** — газы разложения;
- VIII** — конденсат (вода или нефтепродукт)

Технологический режим в вакуумной колонне

■ Температура, °С:	
Питания	395
Верха	125
Низа	352
Вывода:	
легкого ВГ	195
широкого ВГ	260
затемненной фракции	300
■ Давление наверху (абс.), кПа	8,0

Характеристики вакуумной КОЛОННЫ

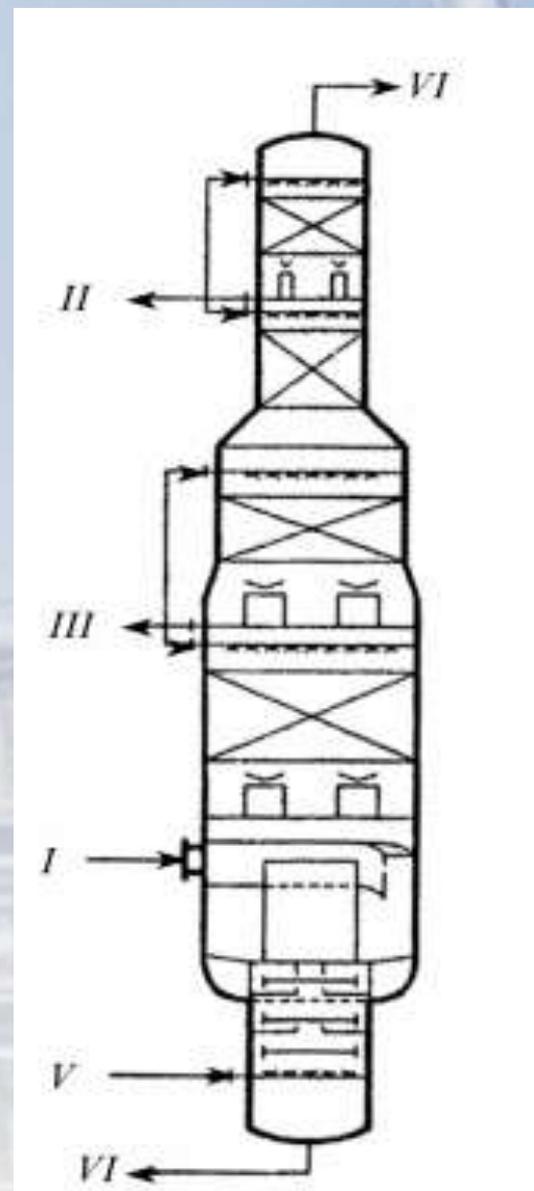
	Диаметр, м	число тарелок
■ Верхняя часть	6,4	4
■ Средняя часть	9,0	10
■ Нижняя часть	4,5	4

Материальный баланс блока ВГ

Поступило, % на нефть:	
■ Мазут	52,0
Получено, % на нефть:	
■ Легкий ВГ	1,2
■ ВГ	22,0
■ Гудрон	28,8

ВАКУУМНЫЕ КОЛОННЫ

- вакуумные колонны с регулярными насадками по способу организации относительного движения контактирующих потоков жидкости и пара можно подразделить на следующие 2 типа:
 - противоточные;
 - перекрестноточные
- Принципиальная конструкция противоточной насадочной колонны фирмы «Грима» (ФРГ):
 - I — мазут;
 - II — легкий вакуумный дистиллят;
 - III — глубоковакуумный газойль;
 - IV — гудрон;
 - V — водяной пар;
 - VI — газы и пары в вакуумсоздающей системе



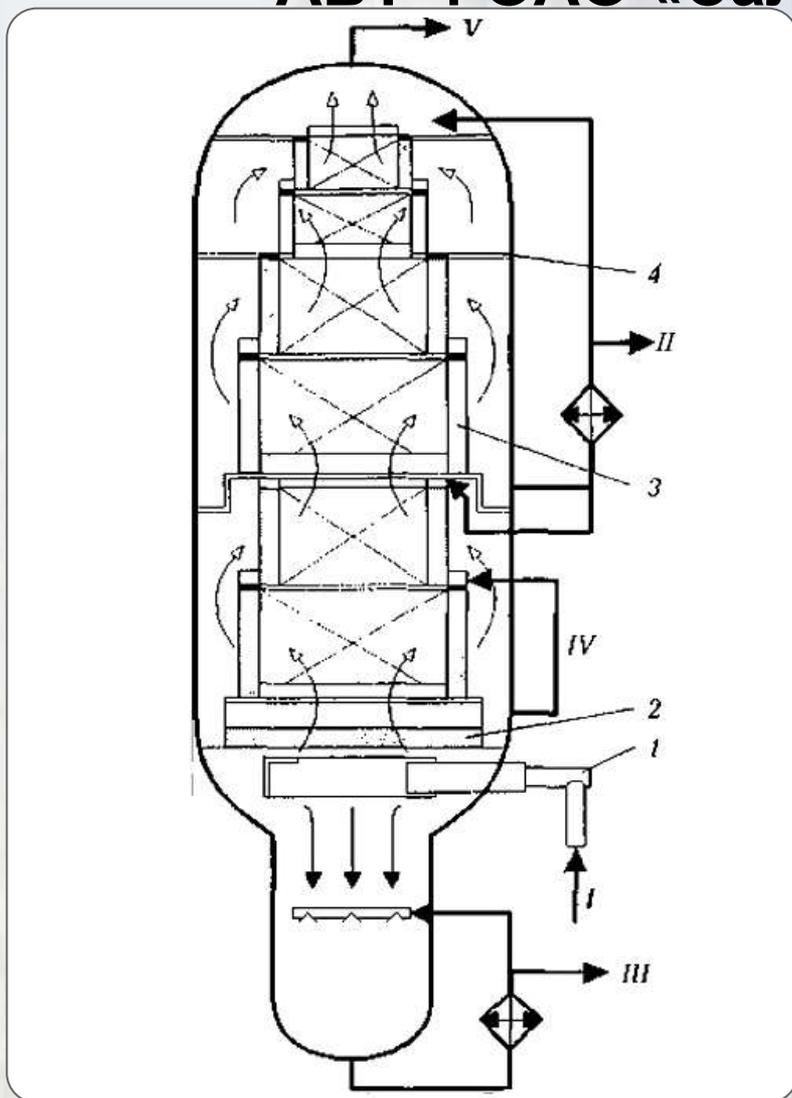
Насадка Меллапак фирмы Sulzer



достоинства противоточной насадочной колонны

- — высокая производительность — до 4 млн т/год по мазуту;
- возможность получения глубоковакуумного газойля с температурой конца кипения более 550 °С с низкими коксуюмостью ($< 0,3$ % мас.по Конрадсону) и содержанием металлов ($V + 10Ni + Na$) менее 2,5 ppm;
- пониженная (на 10...15 °С) температура нагрева мазута после печи;
- более чем в 2 раза снижение потери давления в колонне;
- существенное снижение расхода водяного пара на отпарку

Принципиальная конструкция вакуумной перекрестноточной насадочной колонны АВТ-4 ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»



1 – телескопическая трансферная линия;

2 – горизонтальный отбойник;

3 – блок перекрестноточной регулярной насадки квадратного сечения;

I – мазут;

II – ВГ;

III – гудрон;

IV – затемненный газойль;

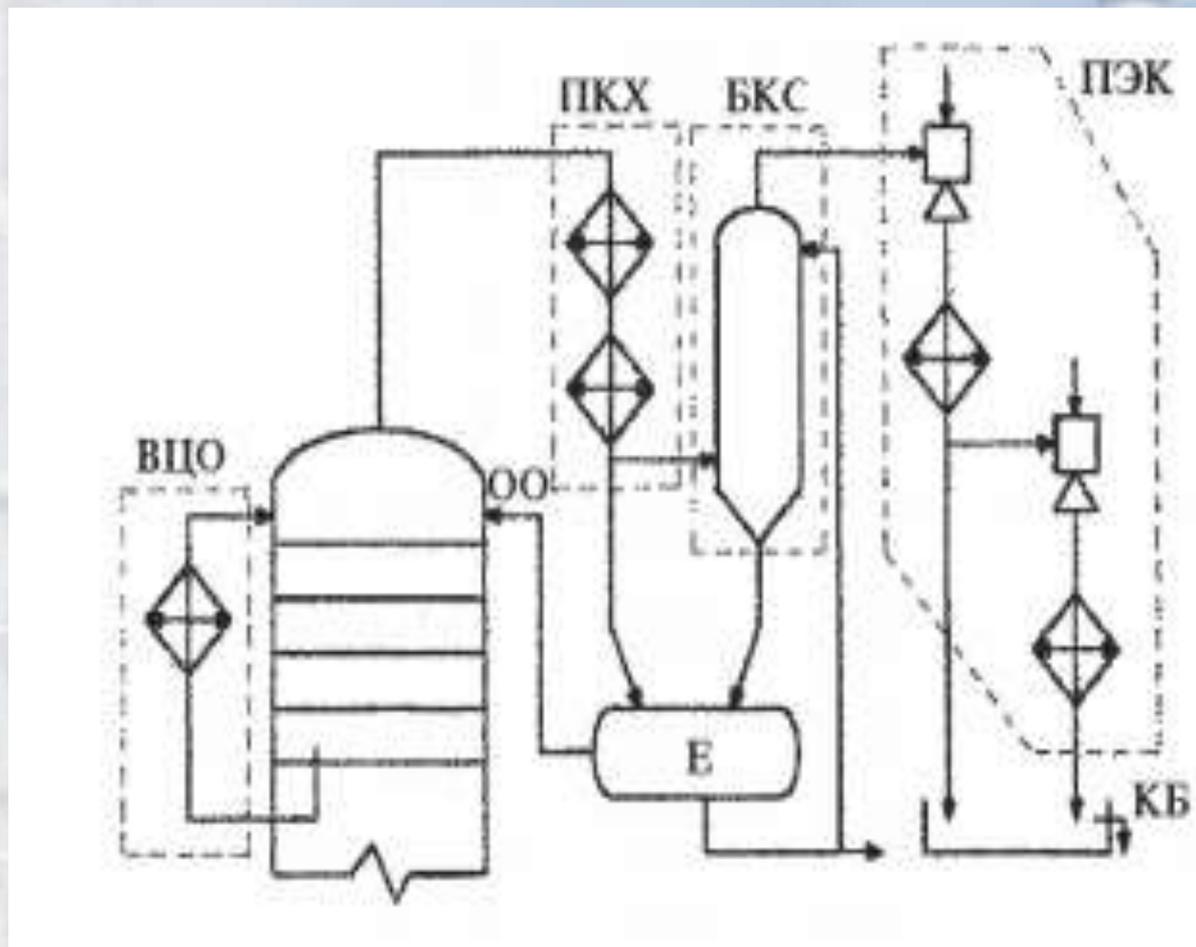
V – газы и пары

Конденсационно-вакуумсоздающая система современных установок АВТ

- состоит из системы конденсации, системы вакуумных насосов, барометрической трубы, газосепаратора и сборника конденсата. Для конденсации паров на практике применяются следующие два способа :
 - 1) конденсация с ректификацией в верхней секции вакуумной колонны посредством:**
 - верхнего циркуляционного орошения (ВЦО);
 - острого орошения (ОО);
 - 2) конденсация без ректификации вне колонны в выносных конденсаторах-холодильниках:**
 - поверхностного типа (ПКХ) теплообменом с водой или воздухом;
 - барометрического типа (БКС) смешением с водой или газойлем, выполняющим роль хладоагента и абсорбента;
 - в межступенчатых конденсаторах, устанавливаемых непосредственно в парозежекторных насосах (ПЭК), – водой.

Основные способы конденсации паров, применяемые в конденсационно-вакуумсоздающих системах вакуумных колонн:

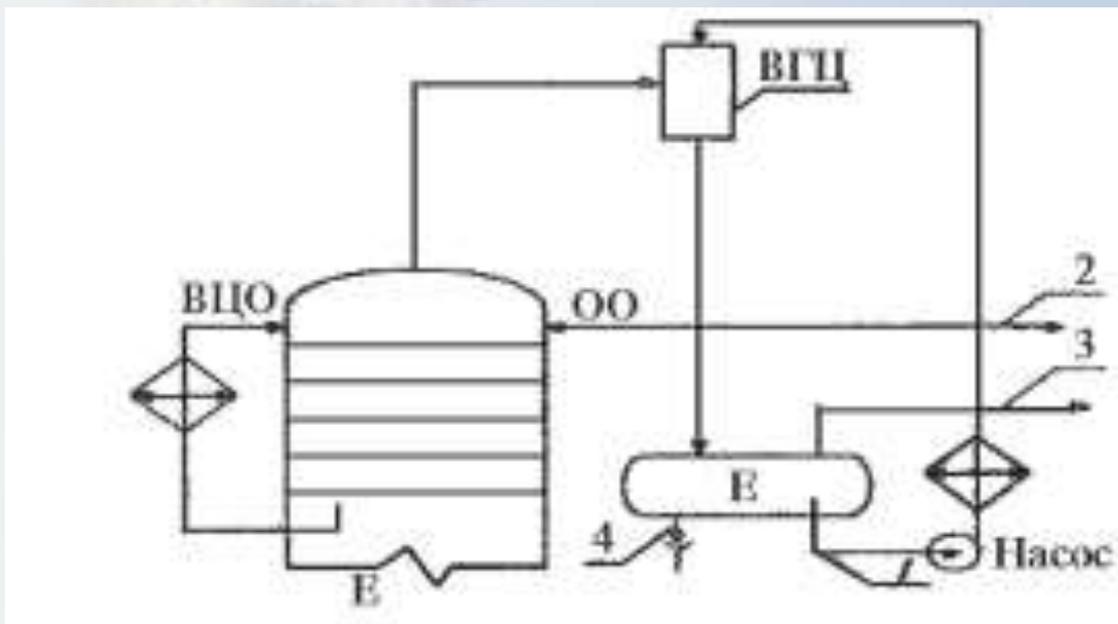
- ВЦО — верхним циркуляционным орошением;
- ОО — острым орошением;
- ПКХ — в поверхностных конденсаторах-холодильниках;
- БКС — в барометрических конденсаторах смешения;
- ПЭК — в промежуточных конденсаторах парэжекторного насоса;
- Е — емкость сепаратор;
- КБ — колодец барометрический



Повышение экологичности КВС

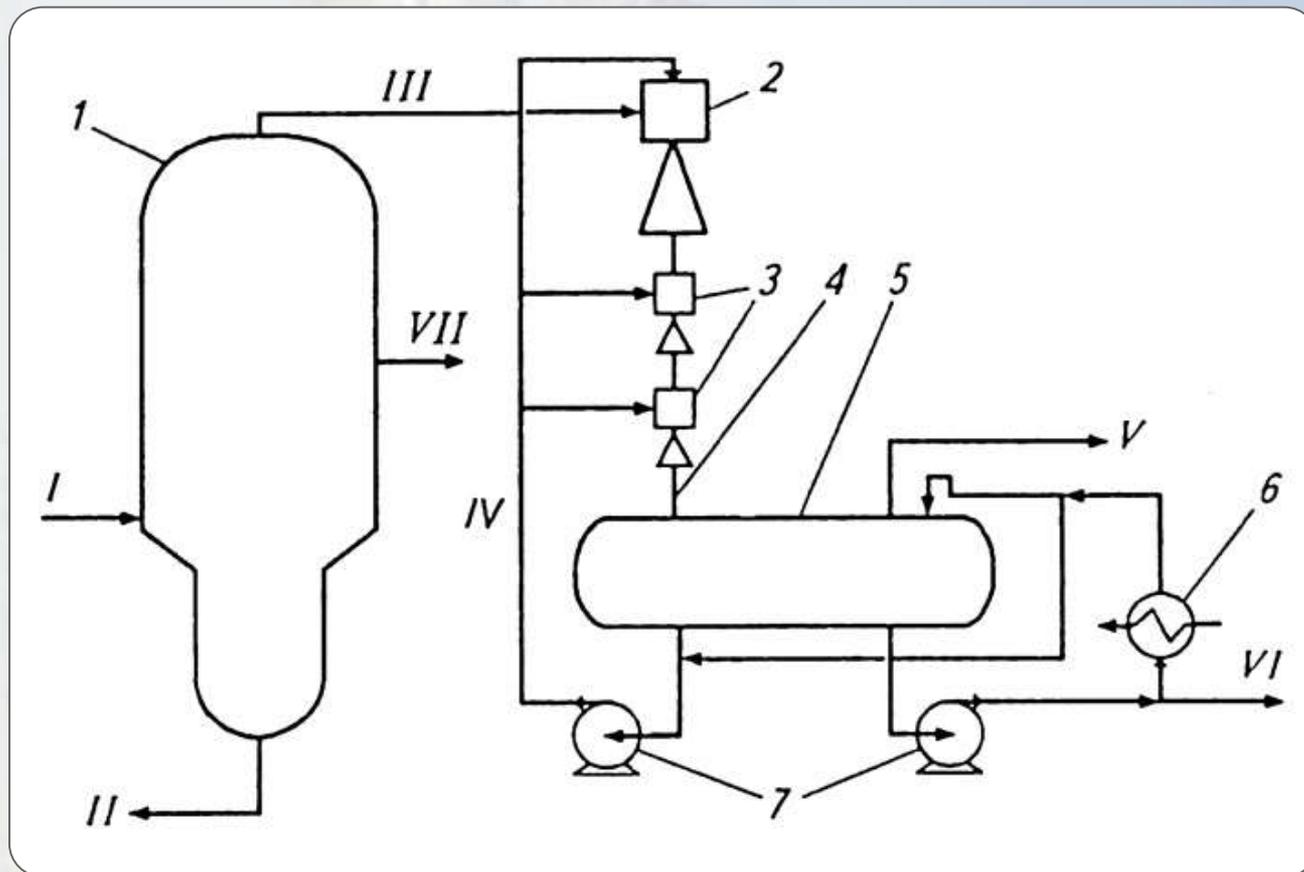
- КВС с использованием жидкостного струйного устройства — **вакуумного гидроциркуляционного (ВГЦ) агрегата.** В ВГЦ-агрегате конденсация паров и охлаждение газов осуществляется не водой, а охлаждающей рабочей жидкостью (применительно к АВТ — газойлевой фракцией, отводимой из вакуумной колонны). По сравнению с традиционным способом создания вакуума с использованием паровых эжекторов, КВС на базе ВГЦ-агрегатов обладает следующими преимуществами:
 - не требует для своей работы расхода воды и пара;
 - экологически безопасно, работает с низким уровнем шума, не образует загрязненных сточных вод;
 - создает более глубокий вакуум (до 67 Па или 0,5 мм рт. ст.);
 - полностью исключает потери нефтепродуктов и газов, отходящих с верха вакуумной колонны;
 - значительно уменьшает потребление энергии и эксплуатационные затраты на тонну сырья;
 - позволяет дожимать газы разложения до давления, необходимого для подачи их до установок сероочистки.

Принципиальная схема КВС вакуумной колонны с использованием вакуумного гидроциркуляционного агрегата (ВГЦ)



- 1 — рабочая жидкость (вакуумный газойль или тяжелая дизельная фракция); 2 — избыток газойля; 3 — неконденсированный сжатый газ; 4 — водный конденсат

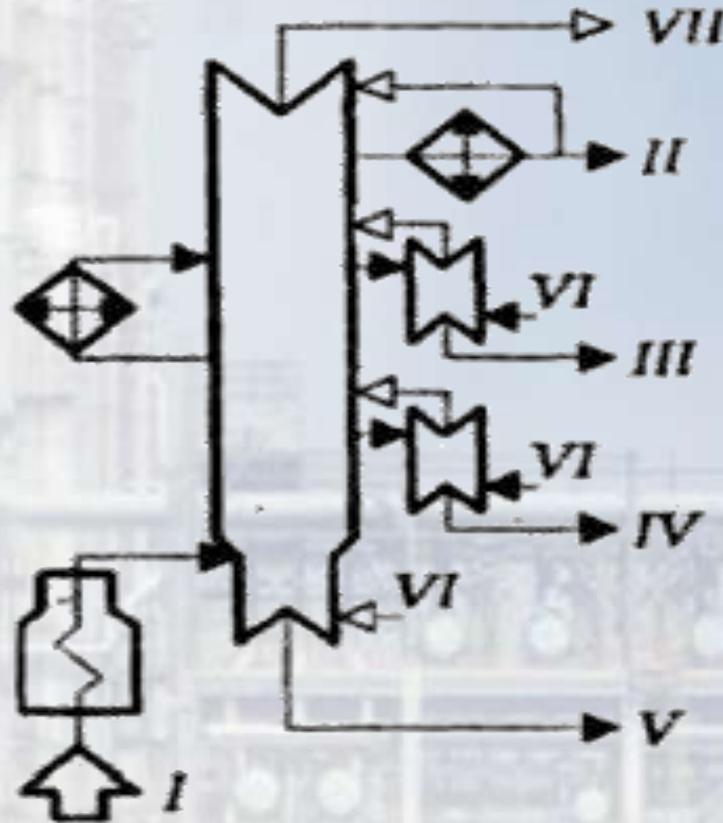
Схема многоступенчатой системы создания вакуума с жидкостными эжекторами



- 1** — колонна;
- 2** — жидкостный эжектор;
- 3** — промежуточные эжекторы;
- 4** — стояк;
- 5** — разделительная емкость;
- 6** — холодильник;
- 7** — насосы

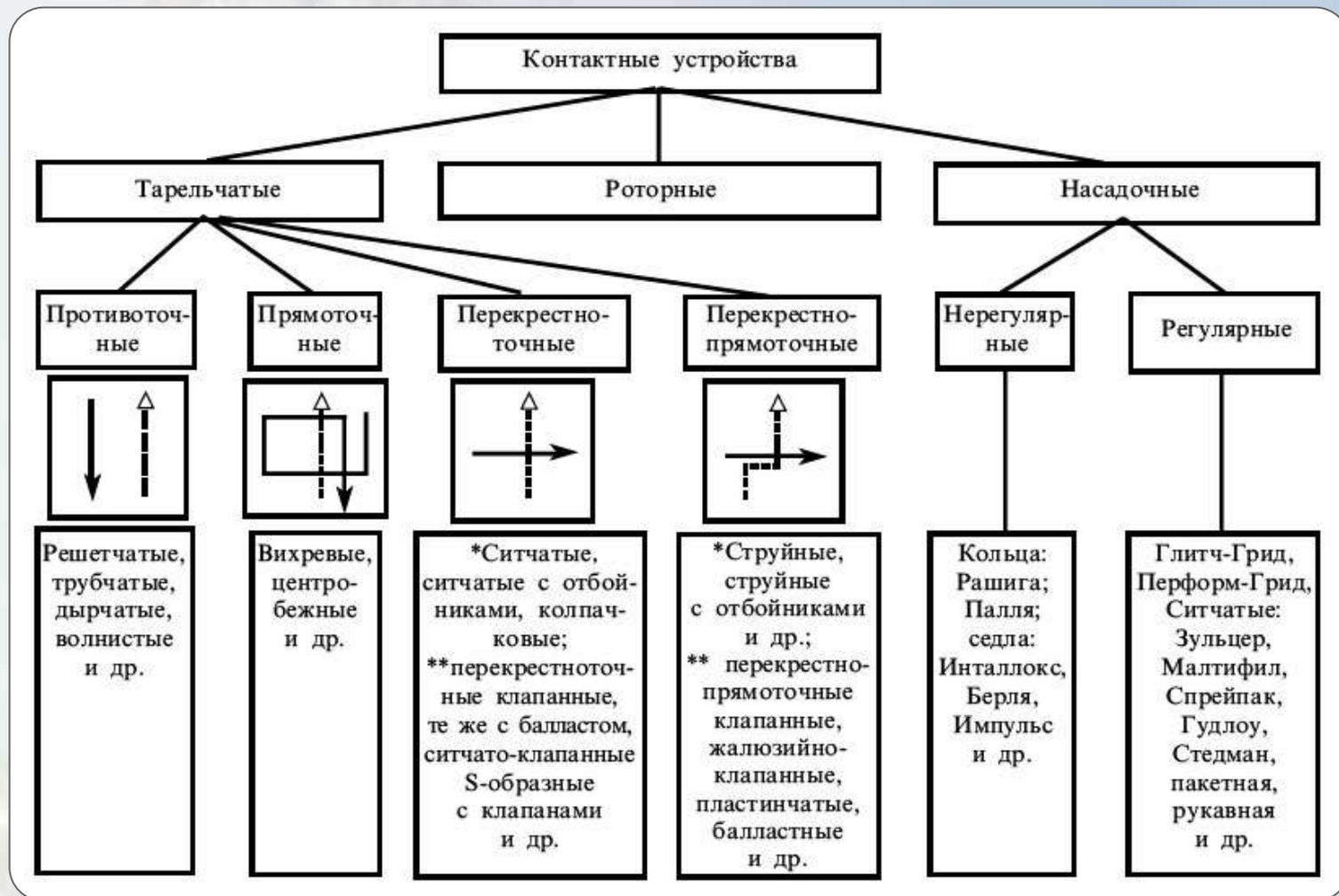
I — сырье-мазут; **II** — гудрон; **III** — несконденсированные пары и газы;
IV — циркулирующий нефтепродукт; **V** — газ; **VI** — избыток нефтепродукта;
VII — дистилляты

Схема одноколонной перегонки мазута по масляному варианту



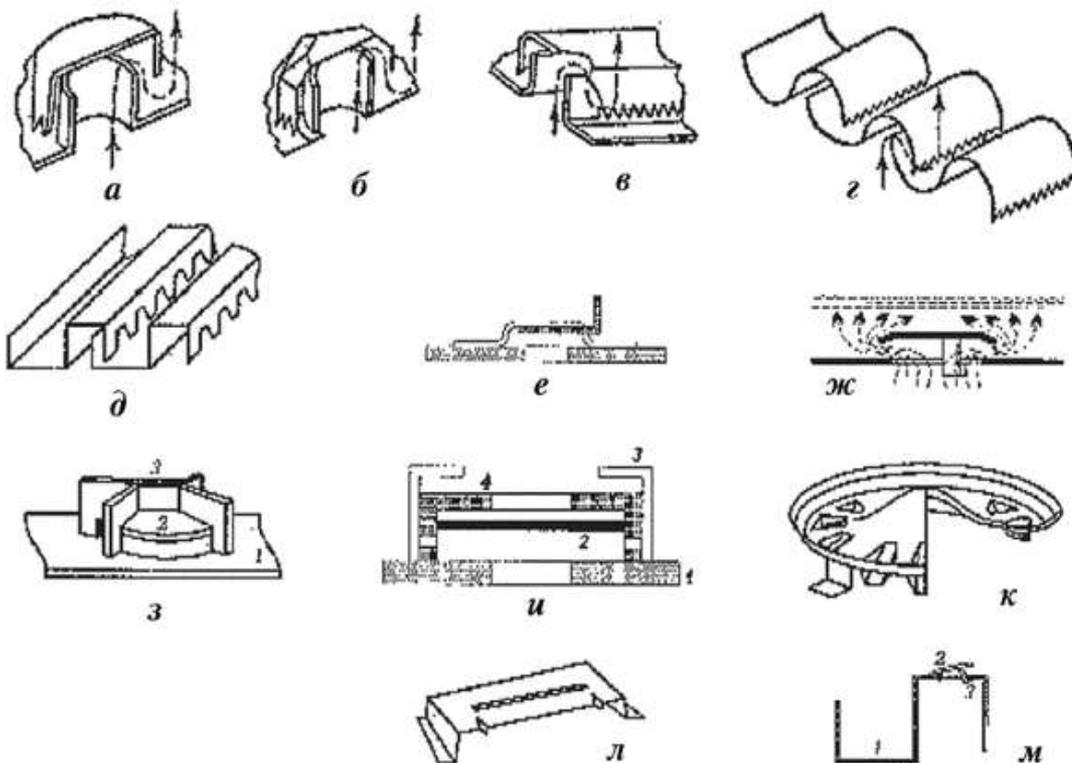
I - мазут; *II*, *III* и *IV* - соответственно маловязкий, средневязкий и высоковязкий дистилляты; *V* - гудрон; *VI* - водяной пар; *VII* - неконденсированные газы и водяной пар

Классификация контактных устройств массообменных



* - с нерегулируемым, ** - регулируемым сечением контактных фаз 45

Типы некоторых колпачков и клапанов



Колпачки:

- а** — круглый;
- б** — шестигранный;
- в** — прямоугольный;
- г** — желобчатый;
- д** — S-образный;

Клапаны:

- е** — прямоугольный;
- ж** — круглый с нижним ограничителем;
- з** — то же с верхним ограничителем;
- и** — балластный;
- к** — дисковый эжекционный перекрестноточный;
- л** — пластинчатый перекрестно-прямоточный;
- м** — S-образный колпачок с клапаном;

1 — диск тарелки; **2** — клапан; **3** — ограничитель; **4** — балласт

Типы насадок



а



б



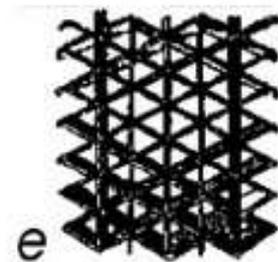
в



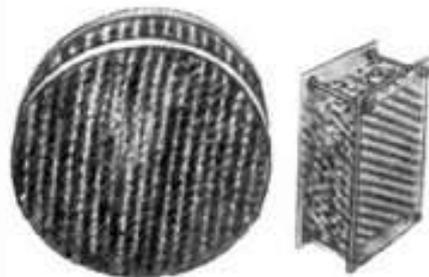
г



д



е



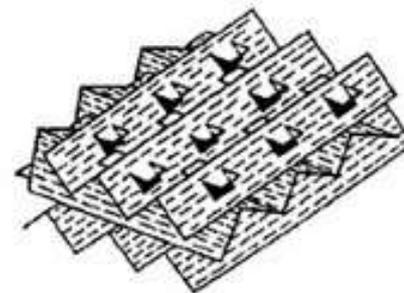
ж



з



и



к

Кольца:

а — Рашига;
б — Лессинга;
в — Паля

Седла:

г — Берля;
д — «Инталлокс»

Ситчатые и из перфорированного металлического листа:

е — «Спрейпак»; ж — Зульцер;
з — Гудлоу; и — складчатый кубик;
к — Перформ-Грид