


ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА

**Переработка
газов**



Классификация углеводородных газов



Классификация углеводородных газов

Природные газы

Попутные

Газоконденсатные

Нефтяные

Сухие (C₁)

Жирные (C₃-C₅)

Жирные (C₃-C₅)

Классификация углеводородных газов



Классификация углеводородных газов



Пределные газы



Непредельные газы

Переработка газов

- **Очистка от механических примесей**
- **Осушка от воды**
- **Удаление сероводорода и углекислого газа**
- **Удаление тяжелых углеводородов**
- **Фракционирование на индивидуальные углеводороды**

Очистка от механических примесей

Очистка от механических примесей (сухая газоочистка)

- Пылеуловители
- Осадительные аппараты
- Электрофильтры
- **Используется действие**
 - центробежных сил
 - сил тяжести
 - ионизация

Очистка от механических примесей (мокрая газоочистка)

- **Основана** на тесном контакте потока запыленного газа с жидкостью (минеральные масла, вода)
- **Твердые частицы удерживаются жидкостью**
- **Используются**
 - Скруберы
 - Мокрые циклоны
 - Вращающиеся промыватели и др.

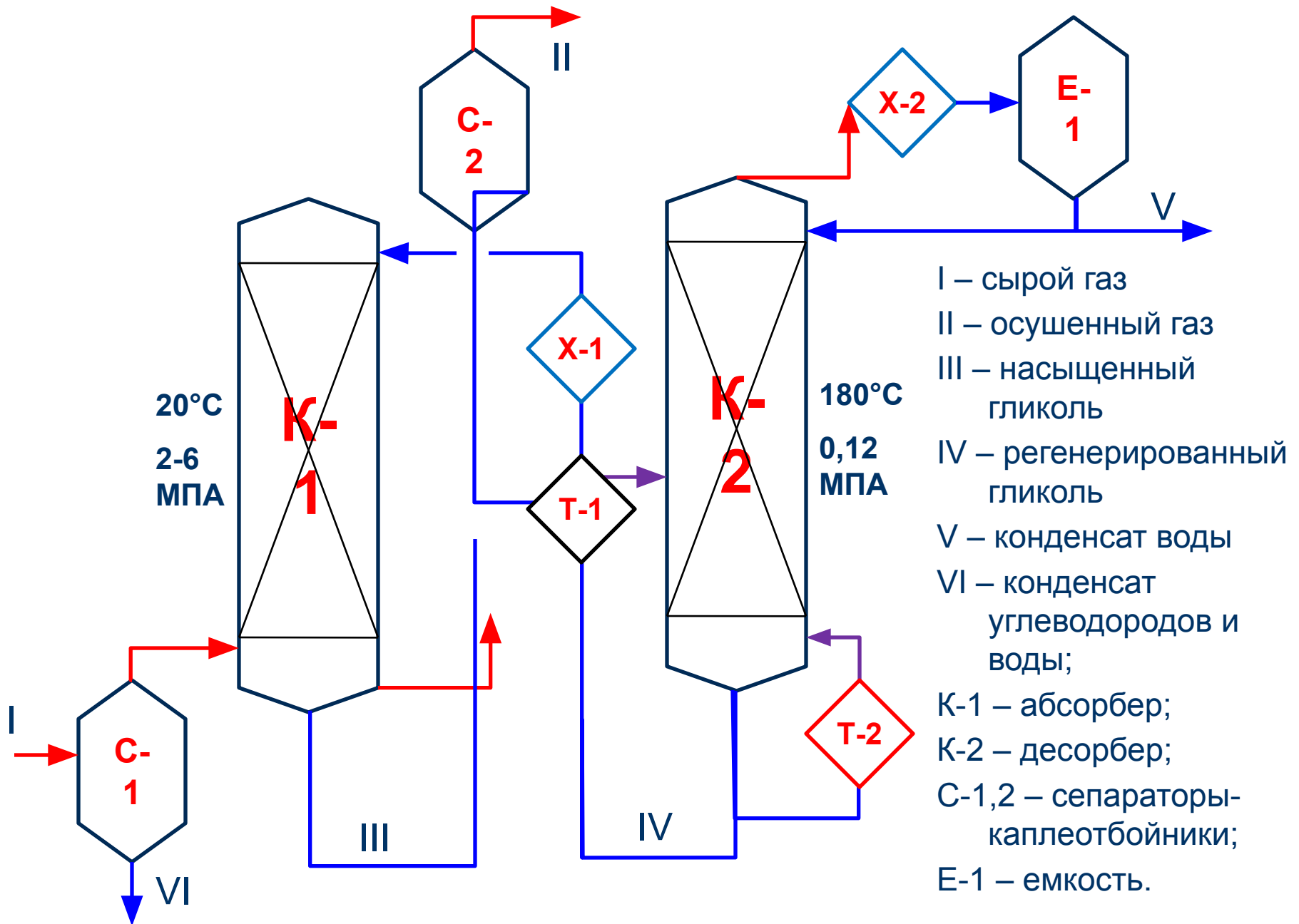
Осушка от воды

- **Вода** – нежелательная примесь в газах
- **При сжатии и охлаждении**
 - Усиливается коррозия оборудования
 - Образуются кристаллогидраты
 - Забиваются трубопроводы и аппараты
- **Предел содержания влаги** определяется технологией переработки

Осушка от воды (Промышленные процессы осушки газов)

- **Осушка охлаждением** (содержание воды уменьшается в 10 раз). Применяется ограничено
- **Адсорбция на твердых осушителях** (силикагель, активированная окись алюминия, цеолиты). Процесс осуществляют в адсорберах
- **Абсорбция жидкими поглотителями** (ДЭГ, ТЭГ, растворы солей (хлористый кальций)). Процесс осуществляют в абсорберах.

Осушка газа от воды гликолями



Удаление сероводорода и углекислого газа

- **Сероводород и углекислый газ – кислые газы**
- **Вызывают во влажной среде**
 - интенсивную коррозию труб и оборудования
 - ухудшают топливные качества газа

Удаление сероводорода и углекислого газа (промышленные методы)

- **Адсорбционные** (твердые поглотители: активированный уголь, природные и синтетические цеолиты и др.)
- **Абсорбционные** (жидкие поглотители)
- **Окислительные** (химические превращения сернистых соединений в элементарную серу или комбинированное использование процессов щелочной очистки и каталитической окислительной регенерации щелочного раствора)

Удаление сероводорода и углекислого газа

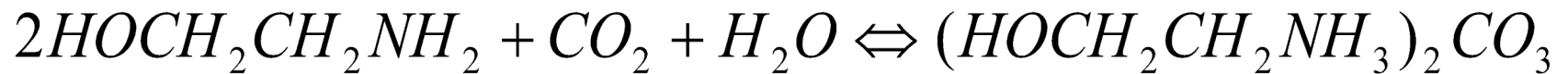
- **Абсорбционные методы – наиболее распространены**
- **При физической абсорбции применяют:**
 - Диметиловый эфир полиэтиленгликоля
 - Пропиленкарбонат
 - Ацетон
 - Метанол
- **При химической абсорбции:**
 - Амины
 - Щелочь
 - Аммиак
 - Карбонат калия

Удаление сероводорода и углекислого газа (промышленный метод)

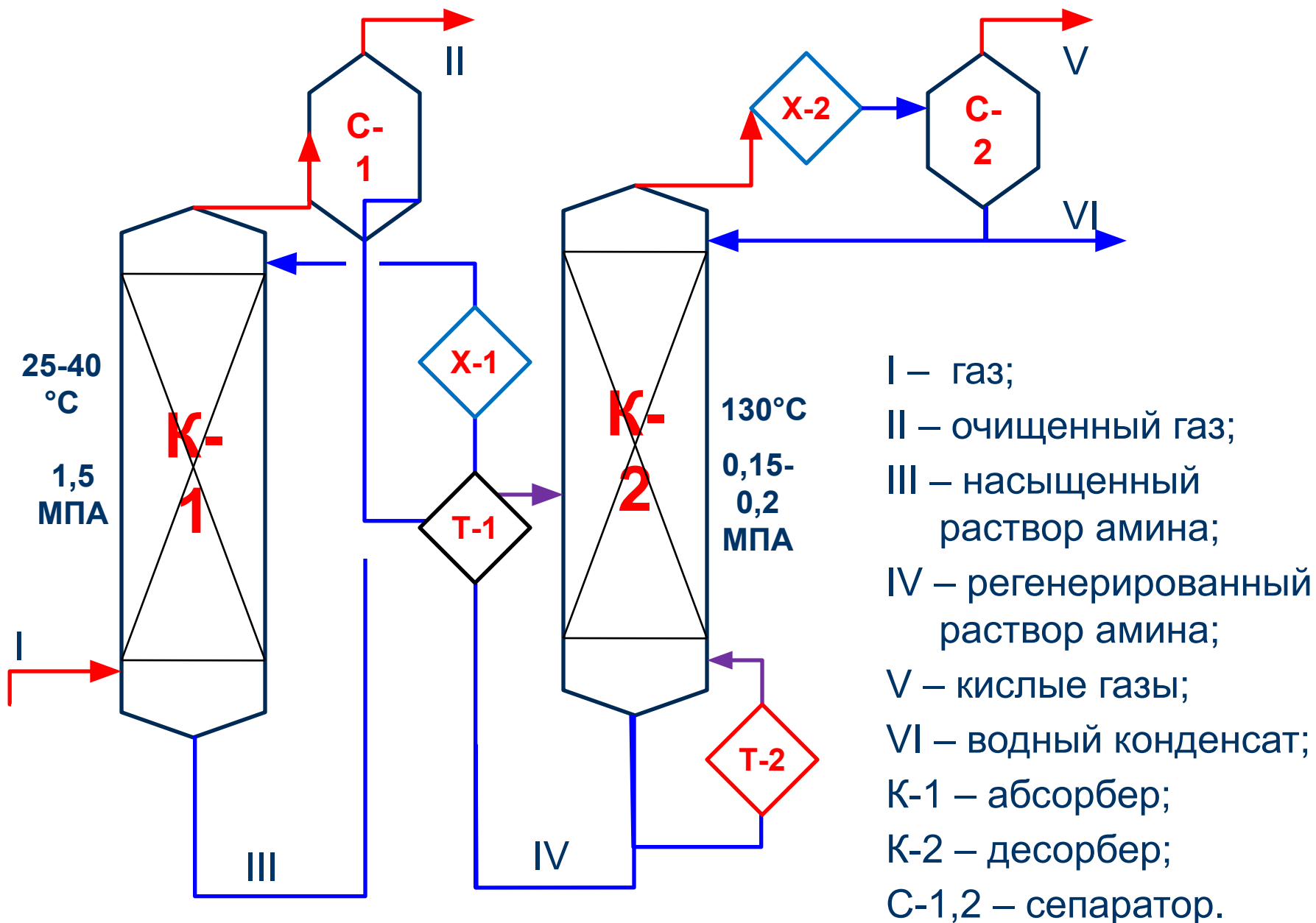
- **Этаноламиновая очистка** – моноэтаноламином (МЭА), метилдиэтаноламином (МДЭА), диэтаноламином (ДЭА)
- **МЭА, МДЭА** – дешевые, высокая реакционная способность, стабильные, высокая поглотительная способность, легко регенерируются

Удаление сероводорода и углекислого газа

- Основные реакции



Промышленная установка МЭА очистки



Промышленная установка МЭА очистки

- Концентрация МЭА – 15-20%
- С увеличением давления и уменьшением температуры – протекает прямая реакция (абсорбция)
- С уменьшением давления и увеличением температуры – обратный процесс - десорбция

Физико-химические свойства абсорбентов

Показатели	МЭА	МДЭА
Формула	$C_2H_5ONH_2$	$(C_2H_5O)_2CH_3N$
Молекулярный вес	61,1	119,2
Плотность при температуре 20 °С , г/см ³	1,015	1,018
Температура кипения при давлении P = 101,333 кПа, °С	170	247
Температура замерзания, °С	10	-21
Давление паров при температуре 60 °С, Па	660	24
Динамическая вязкость при температуре 25 °С, 10 ³ Па·с	19	80
Удельная теплоемкость при температуре 30 °С, кДж/(кг·°С)	2,72	2,32
Массовая доля амина в рабочем растворе, %	10-20	30-50
Теплота реакции с H ₂ S , кДж/кг	1511	1047
Остаточное содержание сероводорода в очищенном газе, ppm	5-30	3-5
Степень очистки газов, %	98	99
Остаточное содержание сульфидов в очищенном газе, ppm	2-4	0,8-2,0

Извлечение тяжелых углеводородов

- **Адсорбционные методы** (масляные абсорберы).
Абсорбент – ДТ, керосин
- **Низкотемпературная сепарация**
Однократная конденсация (до минус 25...-30 °С). За счет дросселирования.
В газ вводят ингибиторы кристаллогидратов (метанол, гликоли).
- **Низкотемпературная конденсация**
Используют хладагенты. Температура минус 90...-120 °С. Получается 99% чистоты С₃, 97% чистоты С₂, удаляются 100% от С₄ и выше.

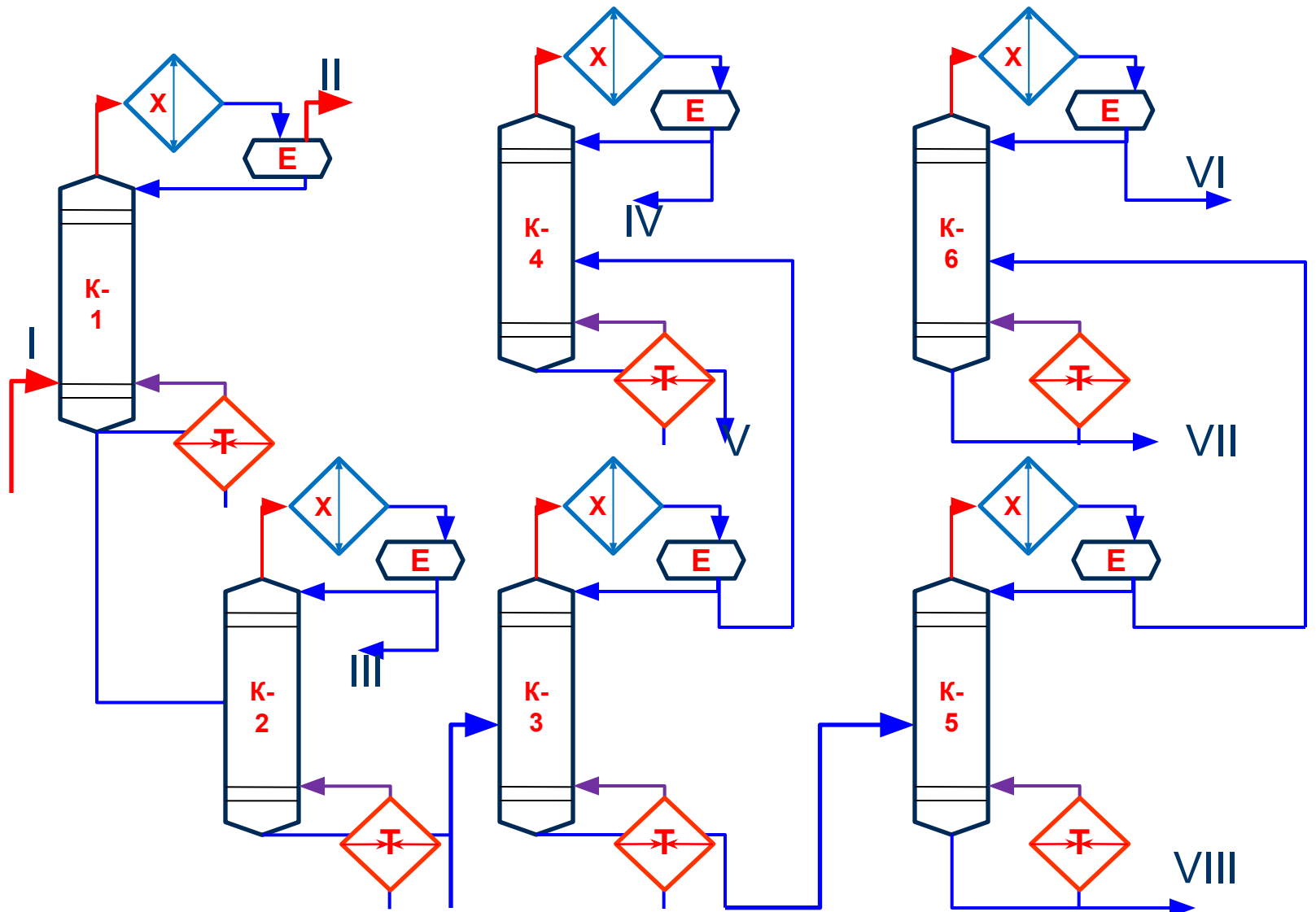
Извлечение гелия

- Извлекают, если в газе не менее 0,3% гелия
- Метод
 - охлаждение до минус 268 °С
 - последующая конденсация
 - сепарация
 - ректификация

Фракционирование газов

- Установки
- Абсорбционно-газофракционирующие (АГФУ)
- Газофракционирующие (ГФУ)
- Конденсационно-ректификационные
- Абсорбционно-фракционирующие

Схема ГФУ предельных газов

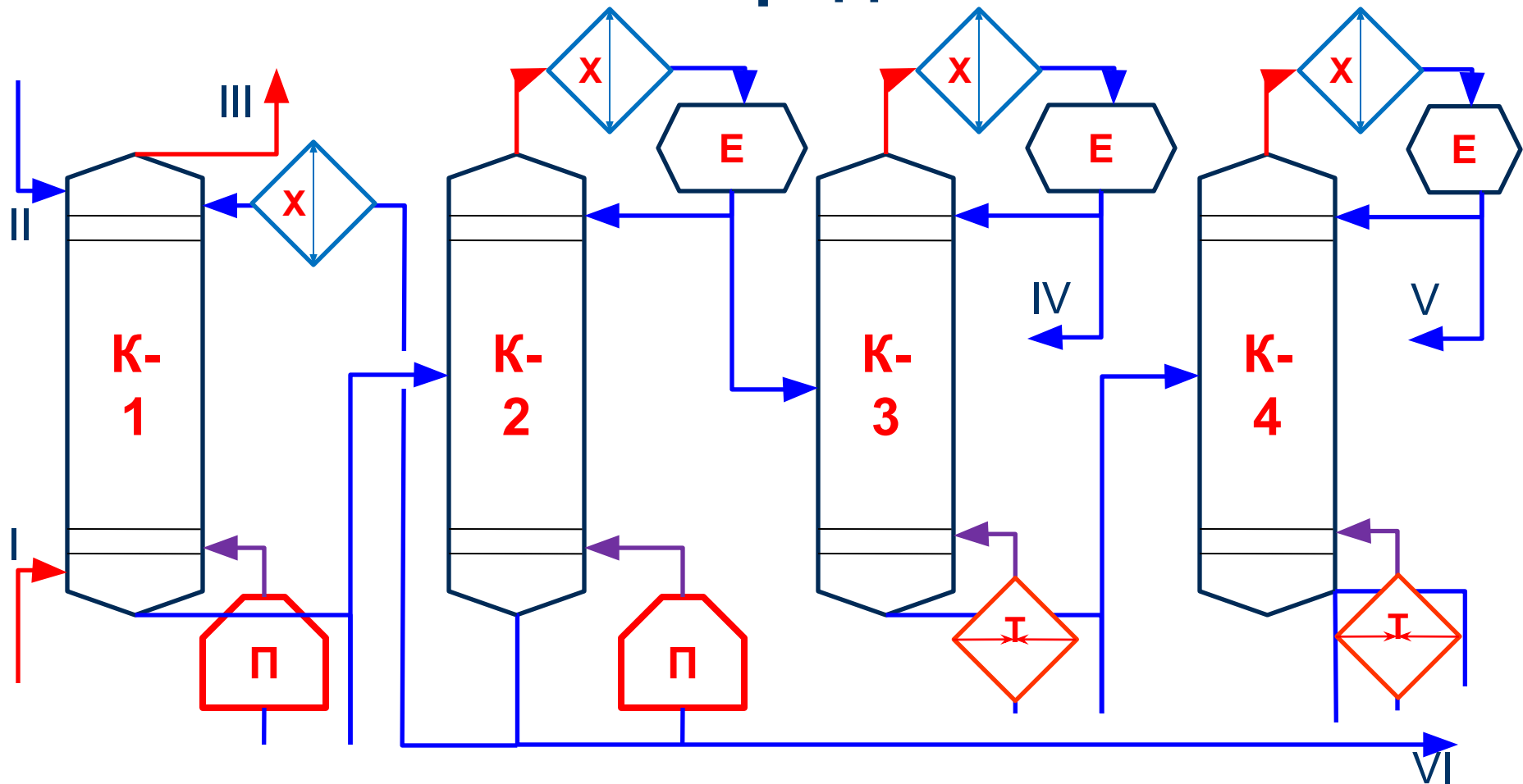


К-1 - деэтанализатор; К-2 - пропановая колонна; К-3 - бутановая колонна; К-4 - изобутановая колонна; К-5 - пентановая колонна; К-6 - изопентановая колонна;
I - сырье; II - сухой газ; III - пропановая фракция; IV - изобутановая фракция; V - бутановая фракция; VI - изопентановая фракция; VII - пентановая фракция; VIII - фракция C_6 и выше

Схема ГФУ предельных газов

Колонна	Давление, МПа	Температура верха, °С	Температура низа, °С
1-деэтанализатор	2,6-2,8	25-30	110-115
2-пропановая	1,2-1,4	62-68	145-155
3-бутановая	2,0-2,2	58-65	110-115
4-і-бутановая	1,0-1,2	65-70	80-85
5-пентановая	0,3-0,4	75-80	120-125
6-і-пентановая	0,35-0,45	78-85	95-100

Схема АГФУ непредельных газов



К-1 - фракционирующий абсорбер; К-2 - стабилизационная колонна;
К-3 - пропановая колонна; К-4 - бутановая колонна;
I - очищенный жирный газ; II - нестабильный бензин; III - сухой газ;
IV - пропан-пропиленовая фракция; V - бутан-бутиленовая фракция;
VI - стабильный бензин

Схема АГФУ непредельных газов

- **Особенность**

Сочетание предварительного разделения газа на легкую и тяжелую части абсорбционным методом с последующей ректификацией

- **1 – фракционирующий абсорбер** (комбинированная колонна абсорбер-десорбер)

- в верхней части – поглощение из газов C_3 и выше

- в нижней части – частичная регенерация абсорбента за счет подогрева и удаления C_1 - C_2 .

- Абсорбент – нестабильный бензин каталитического крекинга

- **2 – стабилизационная колонна**

- нижний продукт – стабильный бензин

- верхний – ШФЛУ (широкая фракция легких углеводородов)

- **Из ШФЛУ выделяют ППФ и ББФ**

- **Число тарелок в колоннах - 60**

Схема АГФУ непередельных газов

Колонна	Давление, МПа	Температура верха, °С	Температура низа, °С
К-1	1,35	35	130
К-2	0,93	78	218
К-3	1,73	44	107
К-4	0,59	48	106