ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА

Переработка газов

Классификация углеводородных газов

Классификация углеводородных газов

Природные газы

Попутные	Газоконденсатные	Нефтяные
Сухие (C_1)	Жирные (C_3-C_5)	Жирные (C_3-C_5)

Классификация углеводородных газов

Классификация углеводородных газов

Предельные 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**

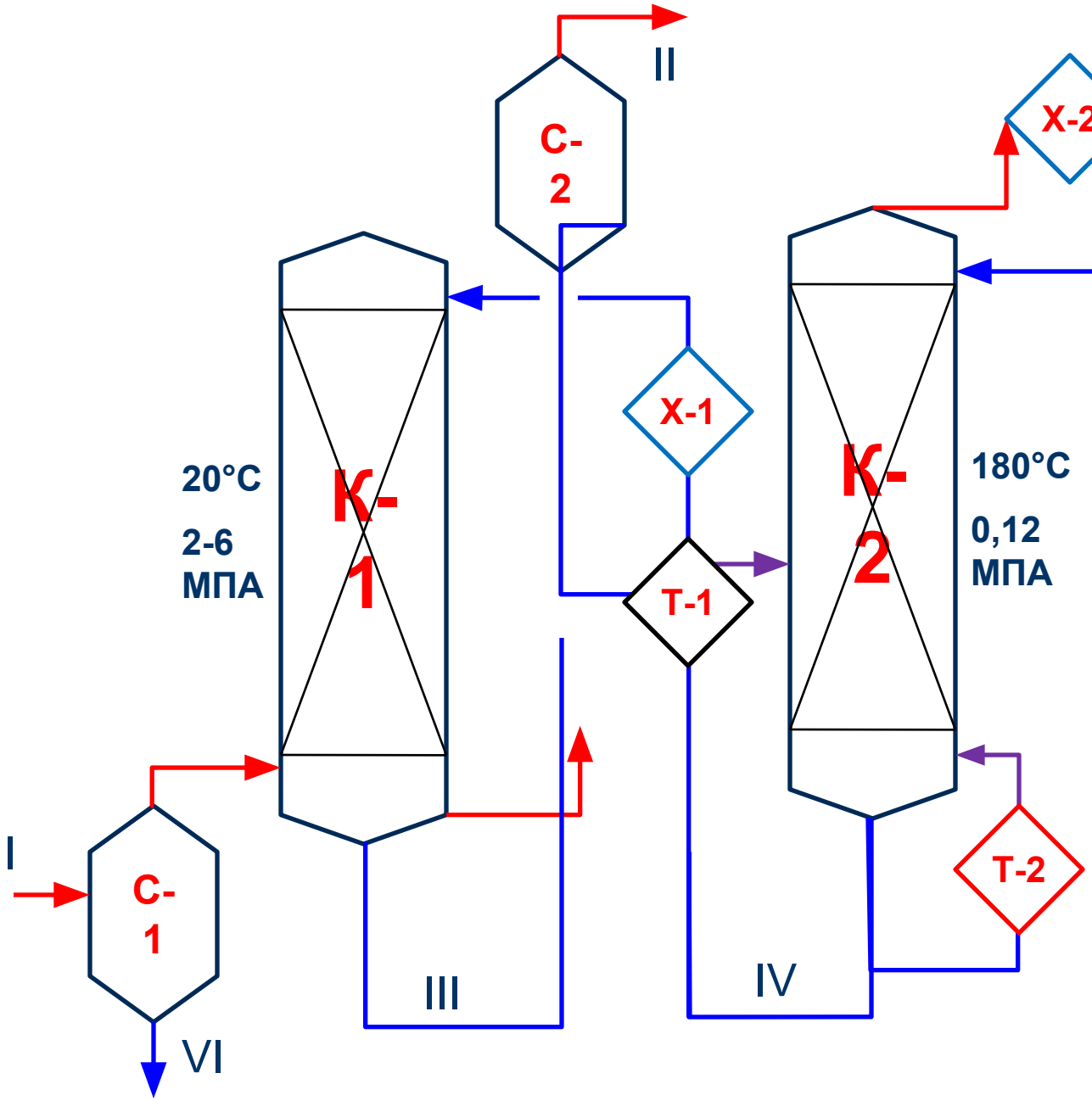
- Усиливается коррозия оборудования
- Образуются кристаллогидраты
- Забиваются трубопроводы и аппараты

- **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



I – сырой газ

II – осушенный газ

III – насыщенный гликоль

IV – регенерированный гликоль

V – конденсат воды

VI – конденсат углеводородов и воды;

К-1 – абсорбер;

К-2 – десорбер;

С-1,2 – сепараторы-каплеотбойники;

Е-1 – емкость.

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

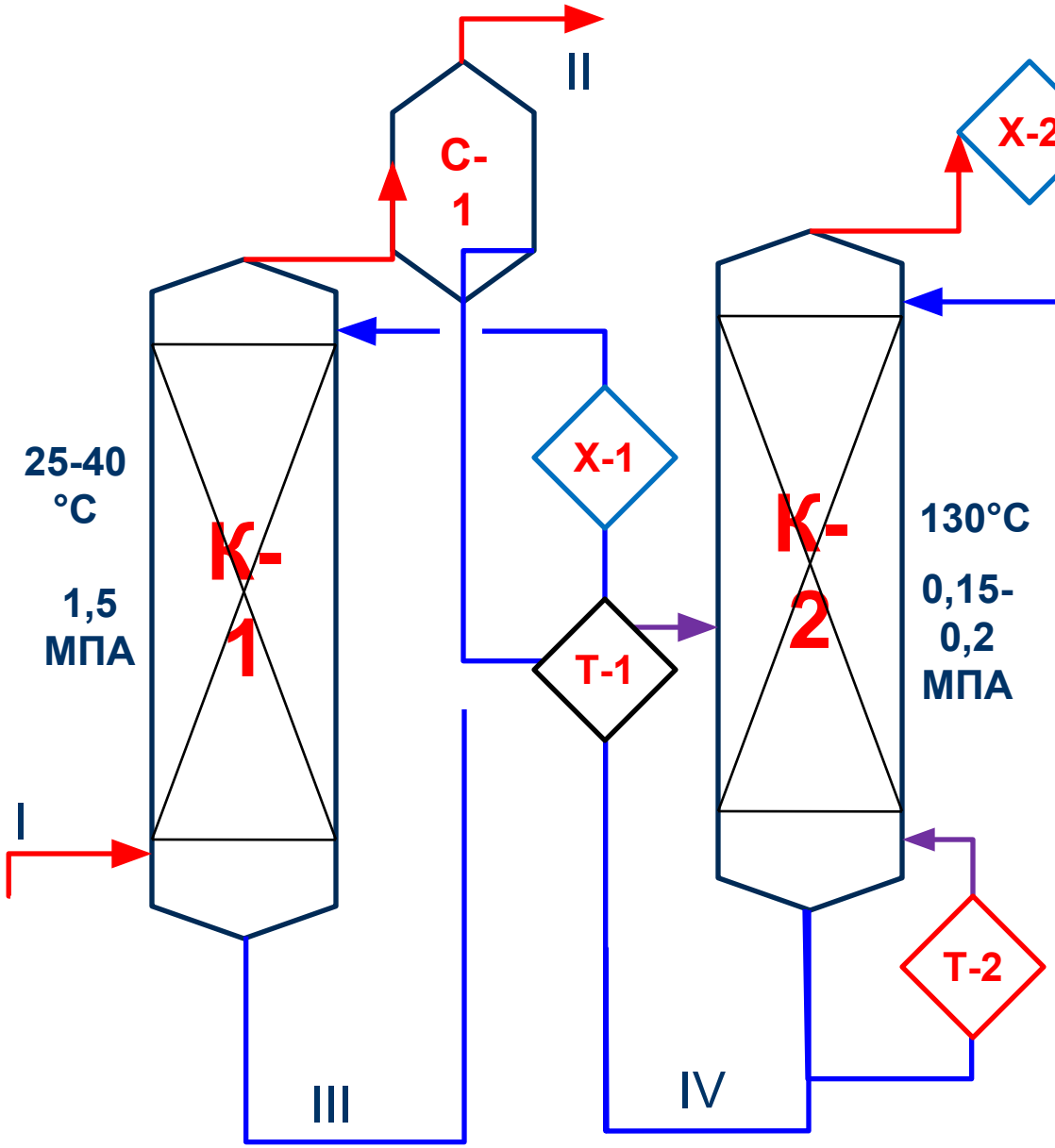
Удаление сероводорода и углекислого газа

- **Основные реакции**

$$2HOCH_2CH_2NH_2 + CO_2 + H_2O \Leftrightarrow (HOCH_2CH_2NH_3)_2CO_3$$

$$2HOCH_2CH_2NH_2 + H_2S \Leftrightarrow (HOCH_2CH_2NH_3)_2S$$

Промышленная установка МЭА очистки



I – газ;

II – очищенный газ;

III – насыщенный раствор амина;

IV – регенерированный раствор амина;

V – кислые газы;

VI – водный конденсат;

К-1 – абсорбер;

К-2 – десорбер;

С-1,2 – сепаратор.

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	$C_2H_5ONH_2$	$(C_2H_50)_2CH_3N$
Молекулярный вес	61,1	119,2
Плотность при температуре 20 °С , г/см^3	1,015	1,018
Температура кипения при давлении Р = 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_2S , кДж/кг	1511	1047
Остаточное содержание сероводорода в очищенном газе, ppm	5-30	3-5
Степень очистки газов, %	98	99
Остаточное содержание сульфидов в регенерированном растворе, г/л	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 C_3, 97% чистоты C_2, удаляются 100% от C_4 и выше.

Извлечение гелия

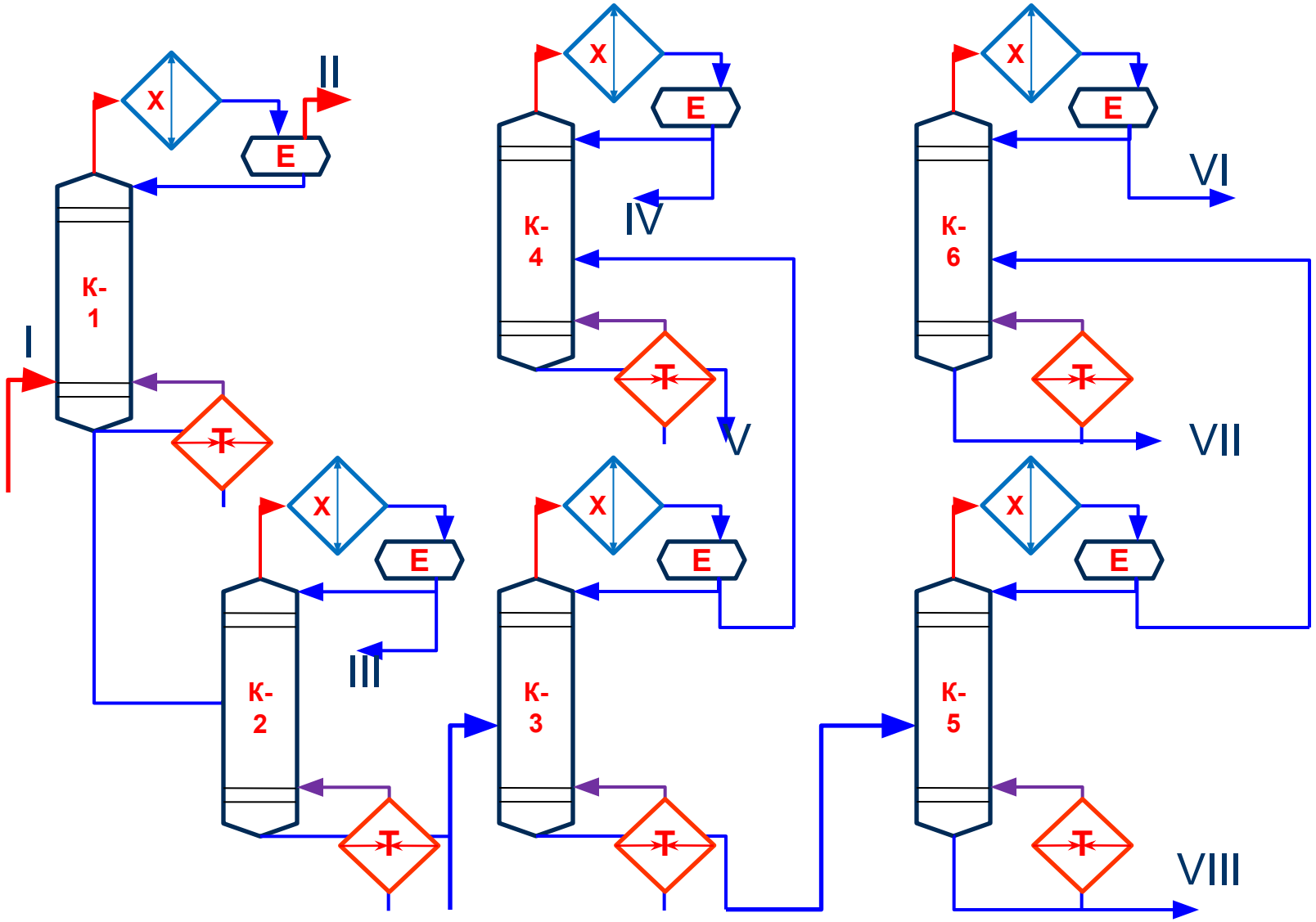
- **Извлекают, если в газе не менее 0,3% гелия**
- **Метод**

- охлаждение до минус 268 °С
- последующая конденсация
- сепарация
- ректификация

Фракционирование газов

- <u>Установки</u>
- Абсорбционно-газофракционирующие (АГФУ)
- Газофракционирующие (ГФУ)
- Конденсационно-ректификационные
- Абсорбционно-фракционирующие

Схема ГФУ предельных газов



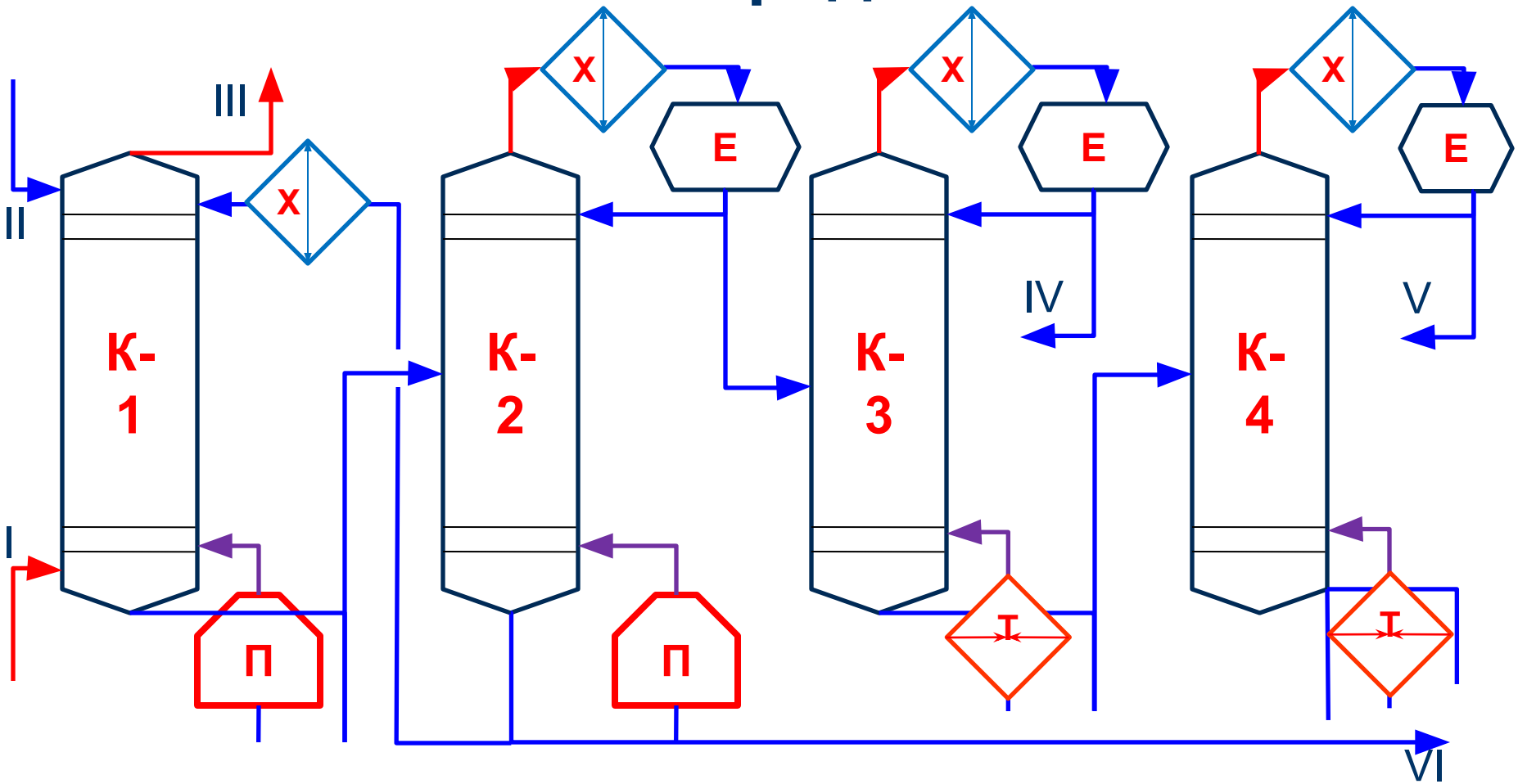
К-1 - деэтанизатор; К-2 - пропановая колонна; К-3 - бутановая колонна; К-4 - изобутановая колонна; К-5 - пентановая колонна; К-6 - изопентановая колонна;

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-деэтанизатор	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-i-бутановая	1,0-1,2	65-70	80-85
5-пентановая	0,3-0,4	75-80	120-125
6-i-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

- **<u>Особенность</u>**

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 непредельных 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