



# **Körting Hannover AG**

**Ваш специалист по эжекторной  
и вакуумной технике (уже с 1871 года)**

**107023, Россия  
г. Москва ул. Большая  
Семеновская д. 40/4,  
офис 207**

**Телефон: +7 495 781 88 78  
Факс: +7 495 781 64 09  
E-Mail: [info@koerting.ru](mailto:info@koerting.ru)  
Интернет : [www.koerting.ru](http://www.koerting.ru)**

## Отделение **S**

Эжекторы.  
Вакуумная  
технология.



## Отделение **U**

Экологические  
технологии очистки  
отходящих газов.

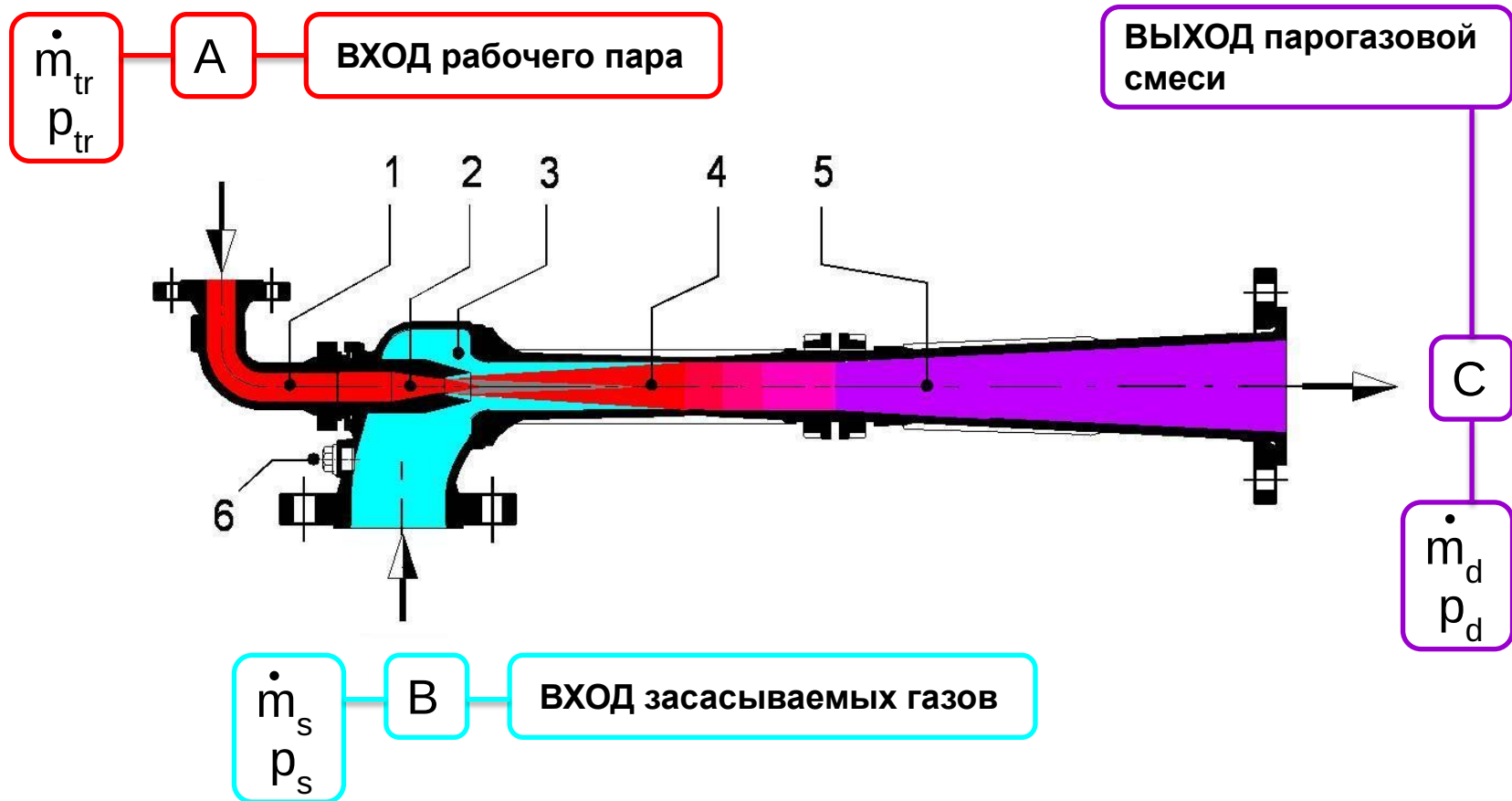


## Отделение **W**

Промышленная  
теплотехника.  
Технологические  
горелки.



# Устройство эжектора и его основные рабочие параметры.



1. Коллектор рабочего пара

3. Голова

5. Выходной диффузор

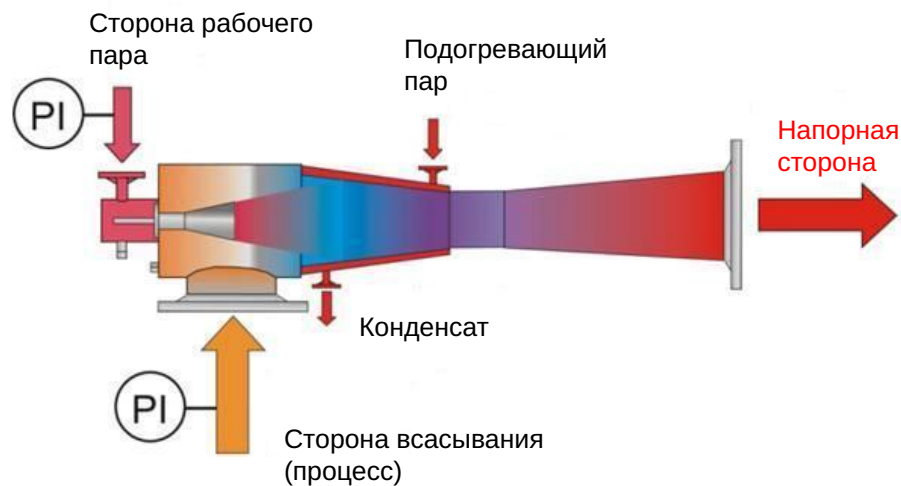
2. Сопло (форсунка)

4. Смесительная часть

6. Патрубок манометра

# Пароструйные вакуумные эжекторы

Многоступенчатые пароструйные вакуумные эжекторы применяются для получения давления всасывания менее 100 миллибар при минимальном расходе рабочего пара. Конденсаторы устанавливаются между отдельными ступенями для конденсации рабочего пара и конденсируемых компонентов всасываемого потока предшествующей ступени. Эжекторы и промежуточные конденсаторы рассчитываются с учетом давления всасывания и температуры охлаждающей воды, что позволяет получить очень низкие значения расхода рабочего пара в многоступенчатых пароструйных вакуумных системах.



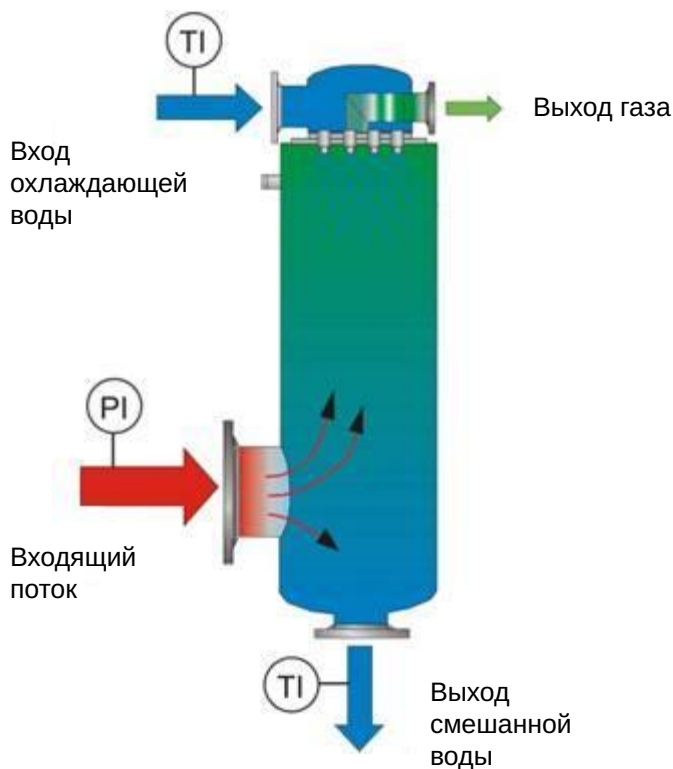
## Преимущества одно и многоступенчатых пароструйных эжекторных систем

- Объемный расход до 2 000 000 м<sup>3</sup>/час на ступень
- Абсолютное давление всасывания вплоть до 0.01 миллибар.
- Устойчивость к загрязнению от технологического процесса.
- Высокая эксплуатационная надежность и низкая предрасположенность к поломкам.
- Низкие капитальные затраты
- Использование специальных материалов – например для агрессивных сред.

# Конденсаторы смешения



В конденсаторах смешения конденсация паров происходит при непосредственном контакте с охлаждающей водой. Охлаждающая вода и конденсат смешиваются. В качестве меры для снижения требований к чистой и отработавшей воде система может быть спроектирована с замкнутым циклом охлаждающей воды и в этом случае будет необходимо сбрасывать избыточную жидкость.



## Преимущества конденсации смешением:

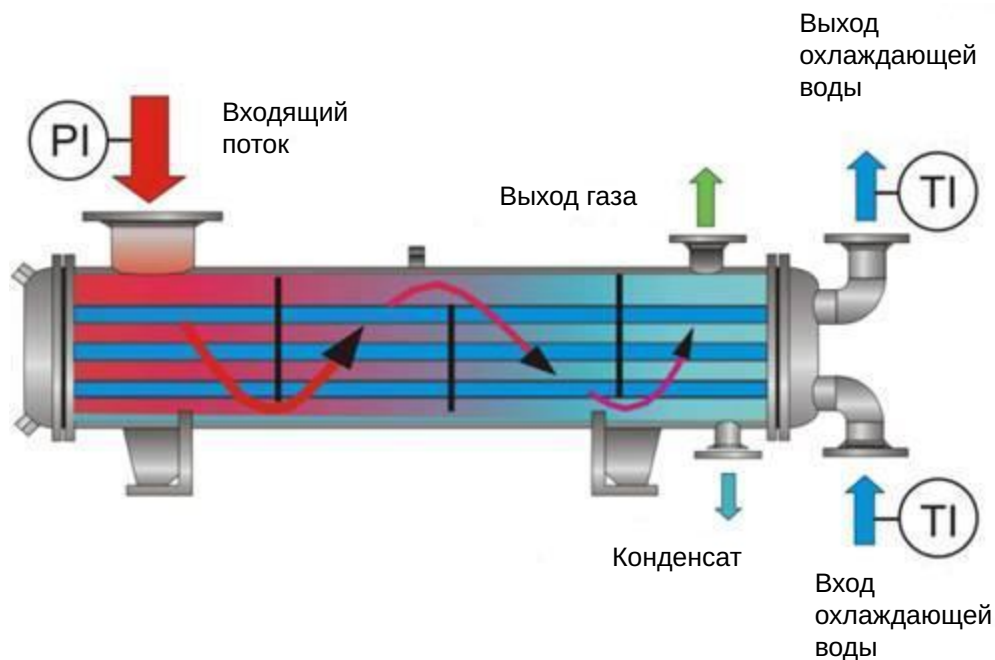
- Низкое потребление энергии из-за минимальной разницы между температурой конденсации и температурой охлаждающей воды.
- Высокая надежность эксплуатации благодаря устойчивости к загрязнению.

# Поверхностные конденсаторы



В поверхностном конденсаторе отсутствует прямой контакт между парами процесса (которые необходимо конденсировать) и охлаждающей водой.

Поверхностные конденсаторы в многоступенчатых пароструйных вакуумных системах выполнены в форме кожухотрубных конденсаторов. Разница температур между температурами конденсации и охлаждающей воды больше, по сравнению с методом конденсации смешением.



## Преимущества поверхностных конденсаторов:

- Разделение конденсата и охлаждающей воды
- Возможно применение ополаскивания для технологических процессов приводящим к сильным загрязнениям поверхности.
- Возможность выбора конденсации на поверхности или внутри трубок.
- Горизонтальная/вертикальная установка конденсаторов

# Исходные данные для вакуумной установки



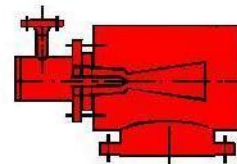
Все исходные данные надо определить **на входе** в вакуум-блок!

В опросном листе необходимо указывать **критические** параметры работы:

$t_{cw}$  – max  
 $p_{tr}$  – min  
 $p_s$  – min  
 $\dot{m}_s$  – max

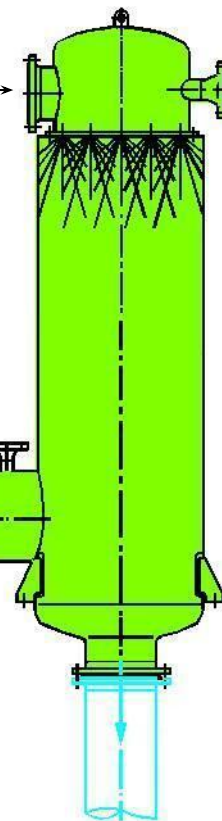
$t_{cw}$  – температура охлаждающей воды

$p_{tr}$  – давление рабочего пара



$p_s$  – давление (вакуум) засасываемых газов

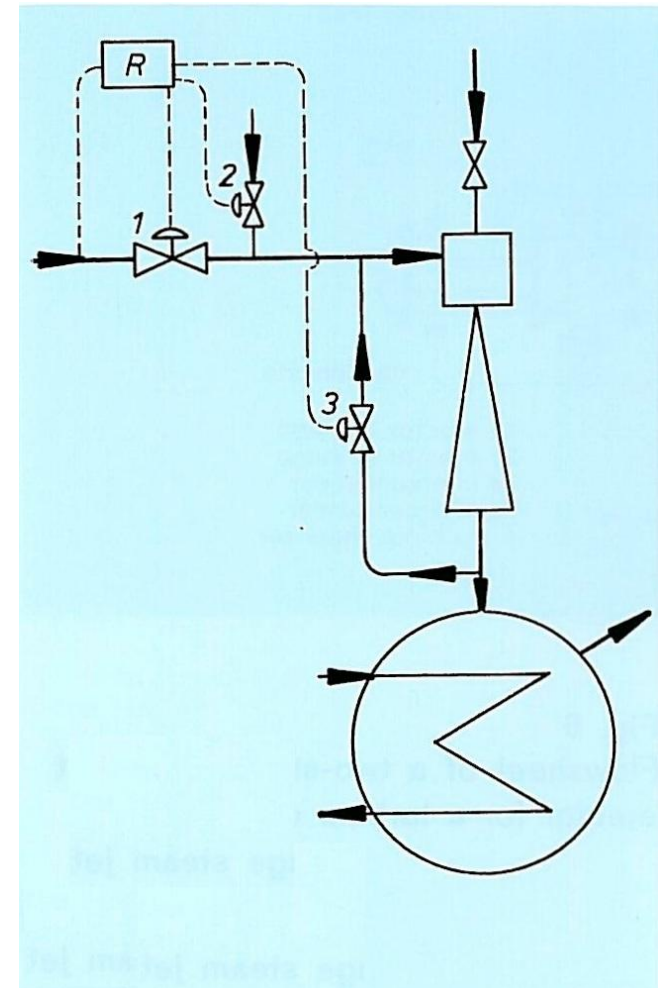
$\dot{m}_s$  – поток засасываемых газов (кг/час)



## Контроль давления всасывания:

1. Дросселирование на стороне всасывания (только при малых мощностях)
2. Добавление рабочего пара со стороны всасывания (только в малых диапазонах регулирования)
3. Линия рециркуляции смешанного пара со стороны выхода к стороне всасывания пароструйного вакуумного насоса.

(при больших коэффициентах сжатия)

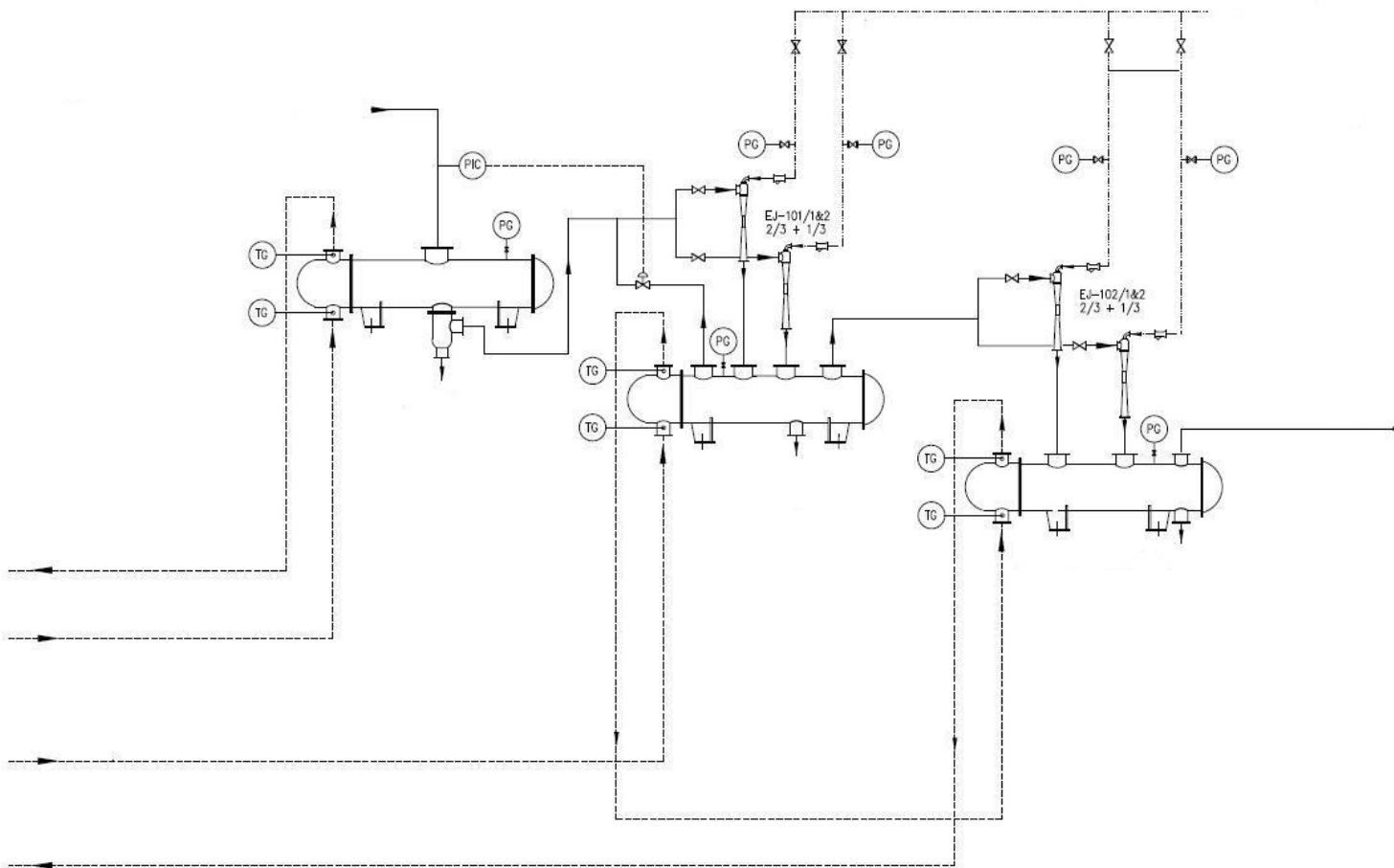




# Регулирование многоступенчатых паровых вакуумных систем



## Ступенчатое регулирование с линией рециркуляции:



# Вакуумные системы для нефтеперегонных заводов

## Многоступенчатые пароструйные эжекторные системы с поверхностными конденсаторами

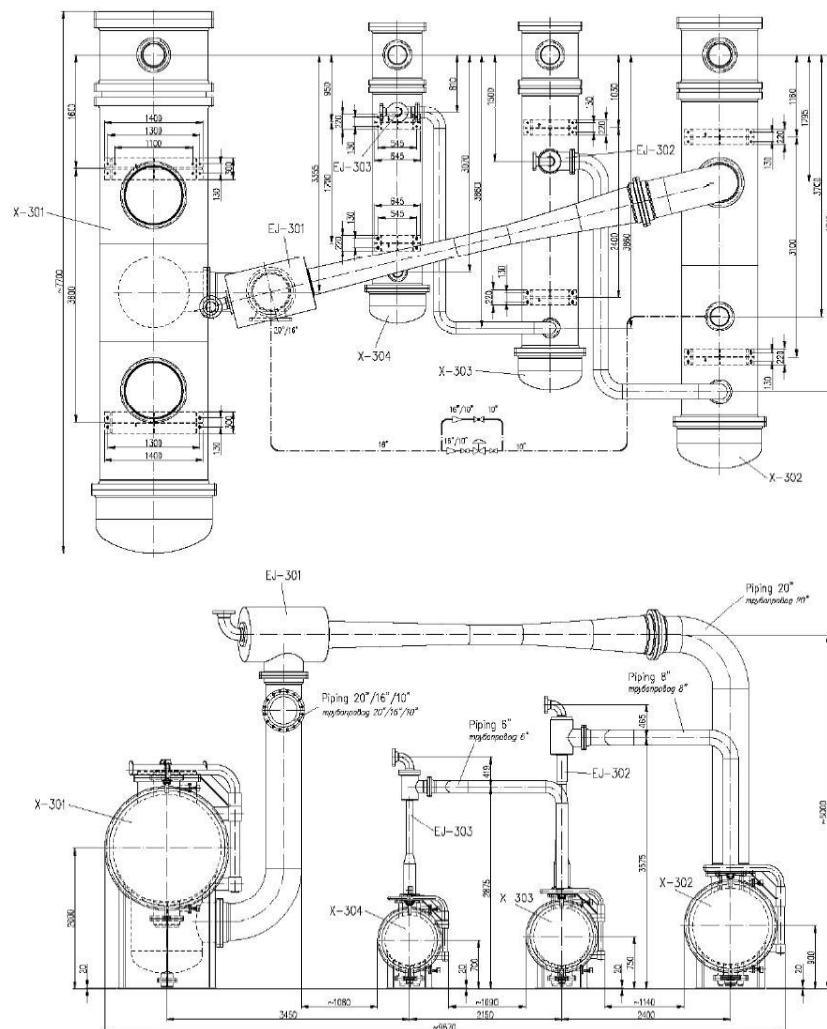
- В основном применяются для создания требуемого давления в колоннах дистилляции
- Тяжелые условия работы установки
- Наиболее жесткие требования к системам

В зависимости от давления всасывания и температуры охлаждающей воды, может использоваться предварительный конденсатор.

Система оптимизируется для снижения уровня потребления энергии (пар, охлаждающая вода).

Типичные рабочие параметры:

- Давление всасывания: 30 ... 100 миллибар абс.
- Всасываемый поток: 100 000 ... > 2 000 000 м<sup>3</sup>/час
- Давление на выходе: 1,1 ... 1,5 бар абс.
- Охлаждающая вода: 20 ... 40 °С
- Давление рабочего пара: 2,5 ... 20 бар изб.



# Вакуумные системы для нефтеперегонных заводов

Обычно для этих систем применяются кожухотрубные конденсаторы

Типичная конструкция:

Плавающая головка (извлекаемый пакет труб); наиболее распространенное решение U-образные трубки (извлекаемый пакет труб);

Фиксированные трубные решетки (неизвлекаемый пакет труб); редко применяется

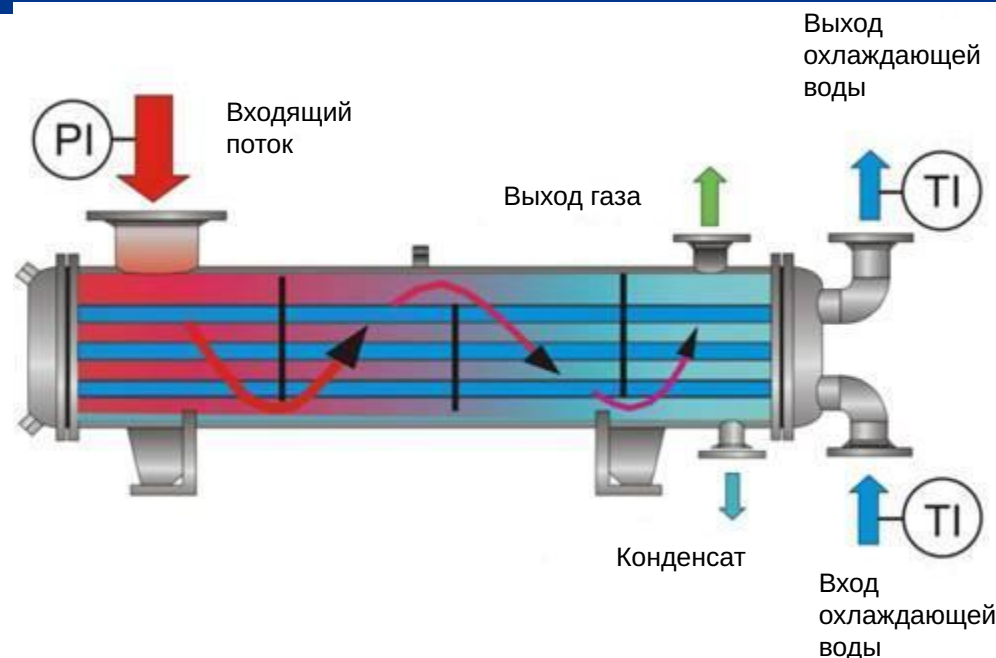
Типичные конструктивные особенности:

- Большой коэффициент запаса при тепловом расчете
- улучшение стабильности работы вакуумной системы
- меньшая чувствительность при эксплуатации

Большие значения теплового сопротивления (0,00017 ... 0,004  $m^2K/W$ )

- увеличенная площадь теплообменной поверхности

Запас на коррозию (3 ... 6 мм для углеродистой стали)



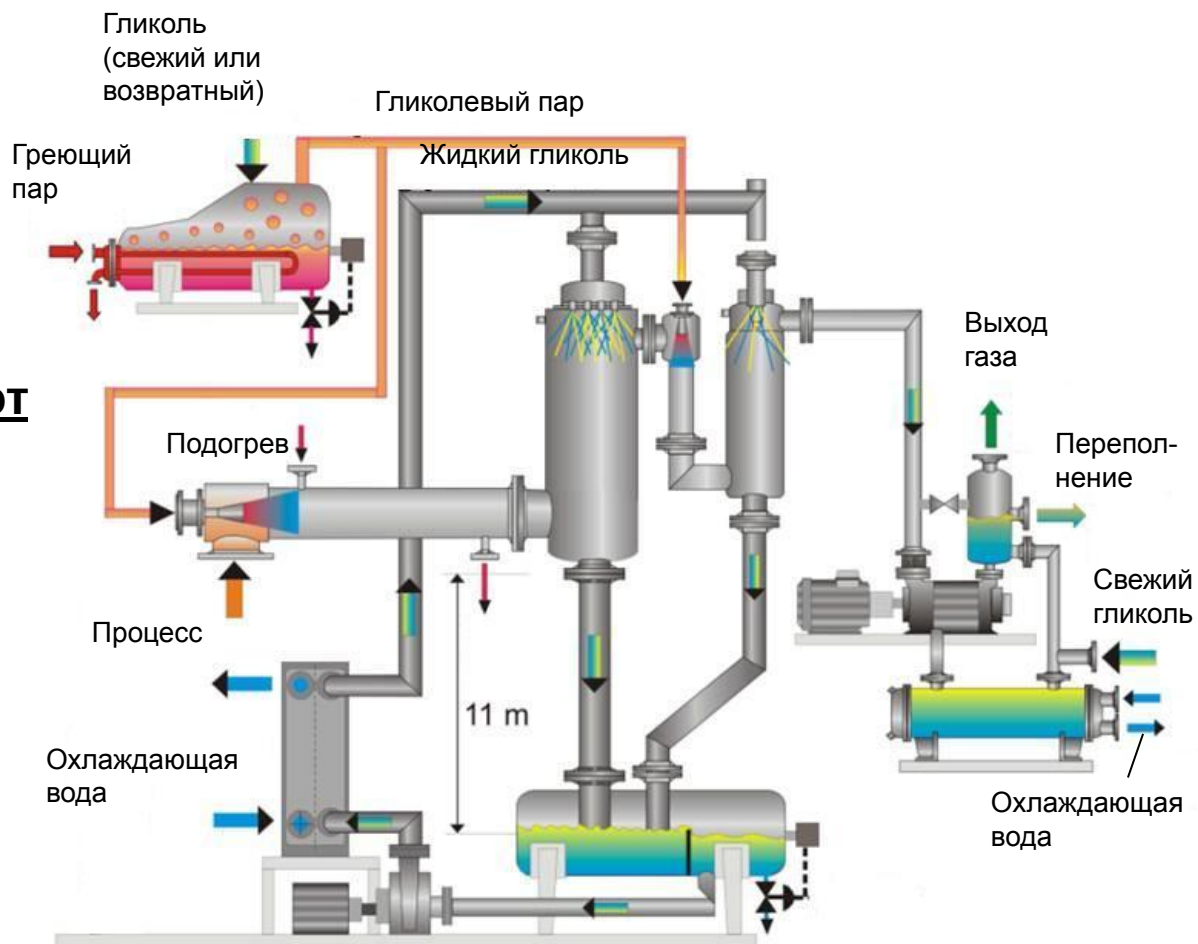
## Эжекторы работающие на технологических парах процесса с поверхностными конденсаторами.

### Характерное применение:

- Генерирование вакуума при поликонденсации, напр., для получения ПЭТ, ПБТ
- Генерирование вакуума для специальных продуктов

### Преимущества установок ЭТ типа:

- Рабочая и всасываемая среды идентичны, устойчивость к загрязнению
- Безотказное производство и длительный срок службы
- Отсутствует необходимость в установке холостого хода
- Экономичное производство
- Отсутствие сточных вод



# Производство карбамида

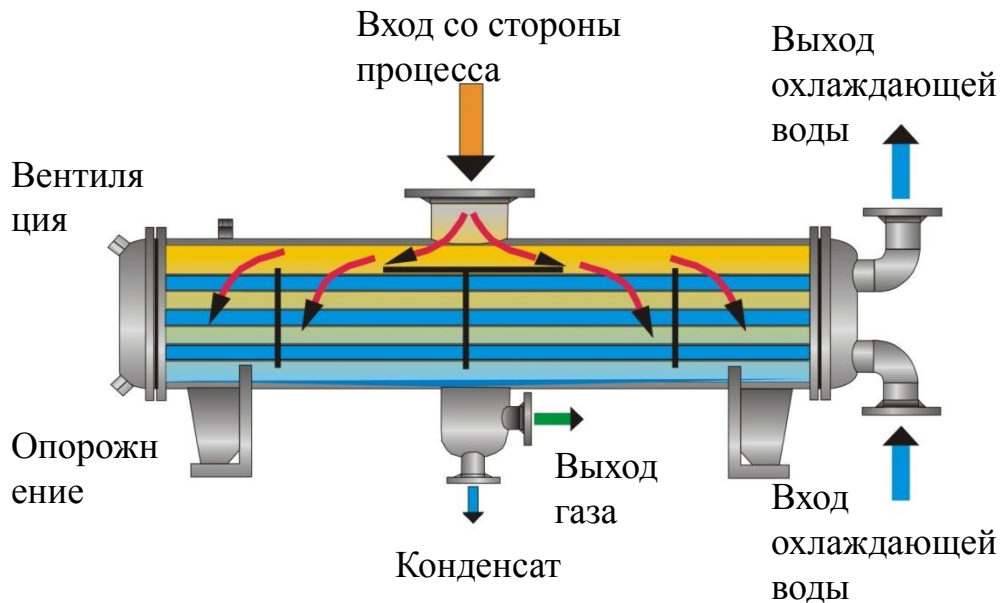


## Многоступенчатые пароструйные вакуумные установки для производства карбамида (UREA-установки).

UREA гранулы:

Характеристика вакуумных систем:

- Давление всасывания приблизительно 300 мбар абс.
- Один большой предварительный конденсатор
- 2-х ступенчатая система откачивания
- 1 скруббер аммиака
- Аммиак в всасываемом потоке



### Поверхностный конденсатор с поперечным потоком

- горизонтальное расположение
- высокий коэффициент теплопередачи
- малое падение давления на стороне процесса

## Установки по производству карбамида (UREA-установки).

### Подача и смешение в ступени реакции:

Для возврата раствора карбамида в UREA-реактор (Stamicarbon Snamprogetti - технологии) применяются высоконапорные жидкоструйные насосы Körting.

Рабочее давление до 400 бар.

Производятся с 1970 года, поставлено более 300 насосов для различных технологических процессов.



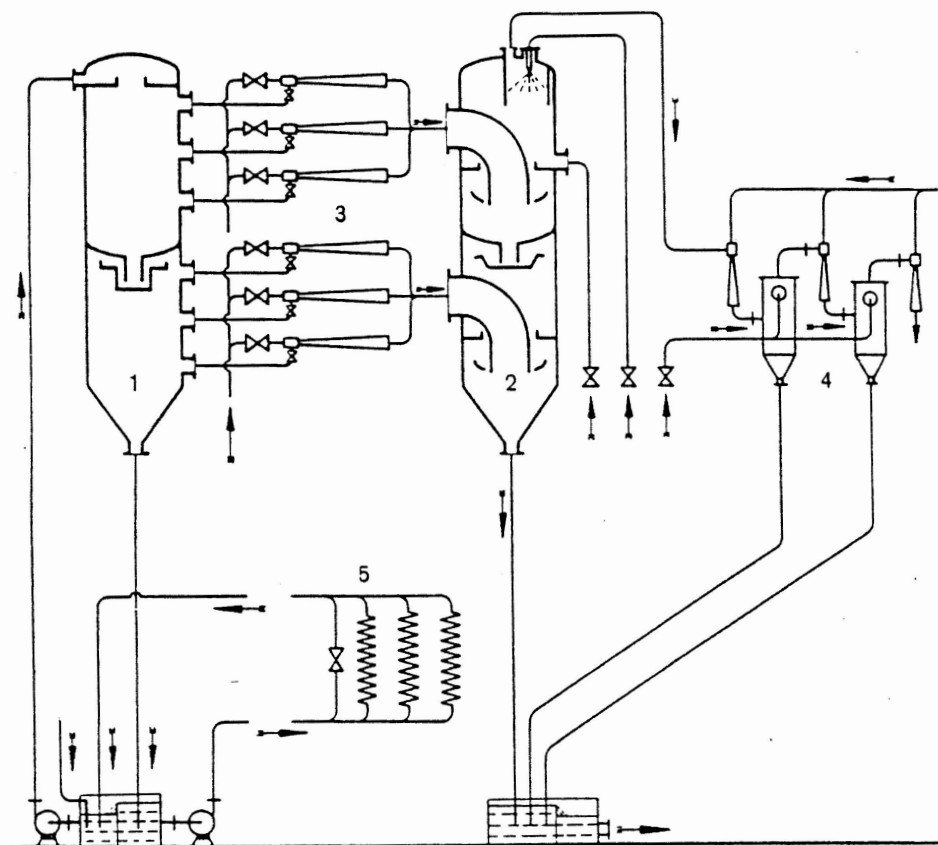
## Пример пароструйной двухступенчатой холодильной установки

Пароэжекторные холодильные установки являются экологически безвредной альтернативой к "обычной" холодильной установке, использующей фторхлоруглеводороды.

1. Двухступенчатый охлаждаемый танк
2. Двухступенчатый конденсатор
3. Пароструйные компрессоры
4. Пароструйный вакуумный насос
5. Потребитель охлажденной воды

### Преимущества:

- Хладагент - вода - не имеет абсолютно никакого воздействия на окружающую среду
- Отсутствие воздействия на озоновый слой
- Абсолютно безвредно
- Простые аппараты, как испаритель, конденсаторы и струйные насосы гарантируют несложную и надёжную эксплуатацию
- Отсутствие движущихся частей, поэтому крайне незначительные затраты на обслуживание
- Холодопроизводительность от нескольких кВт до 27 МВт и выше
- Большой опыт монтажа по всему миру



## Применяемые вакуумные системы:

- пароструйные вакуумные установки
- гибридные системы в комбинации с водно-кольцевыми вакуумными насосами



Одно ступенчатая пароструйная вакуумная гибридная установка

## Параметры:

- объем потока от 50 м<sup>3</sup>/час до 1 000 000 м<sup>3</sup>/час.
- давление всасывания до значения 0,1 мбар абсолютного давления.



2-х ступенчатая пароструйная вакуумная система с конденсаторами из графита и хастеллоя

Выбор материала производится в точном соответствии с требованиями к конкретному химическому процессу.

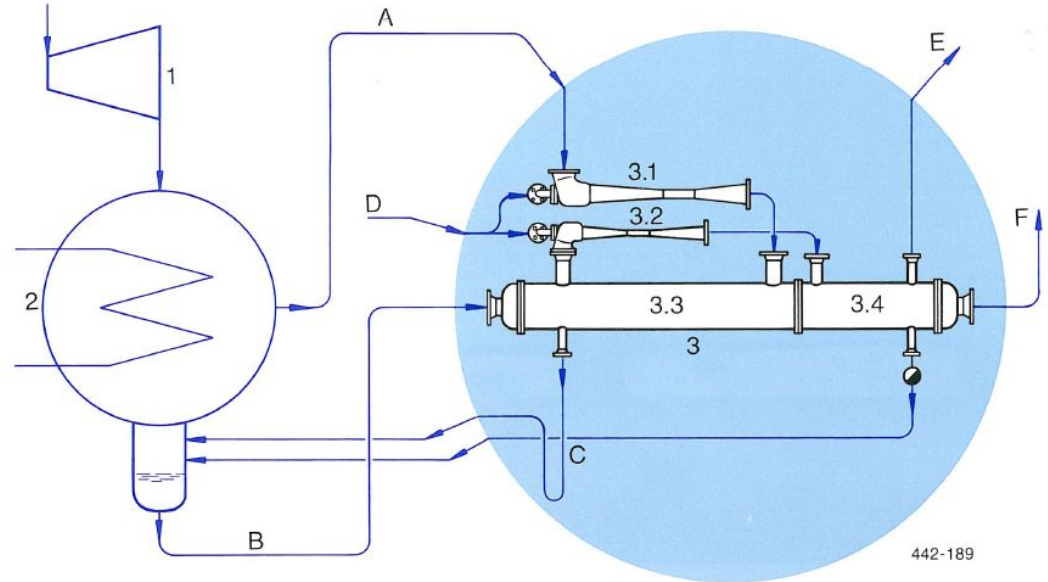


# Схема удаления воздуха из конденсатора паровой турбины.

## Двухступенчатый паровой эжектор для удаления воздуха из конденсатора паровой турбины.

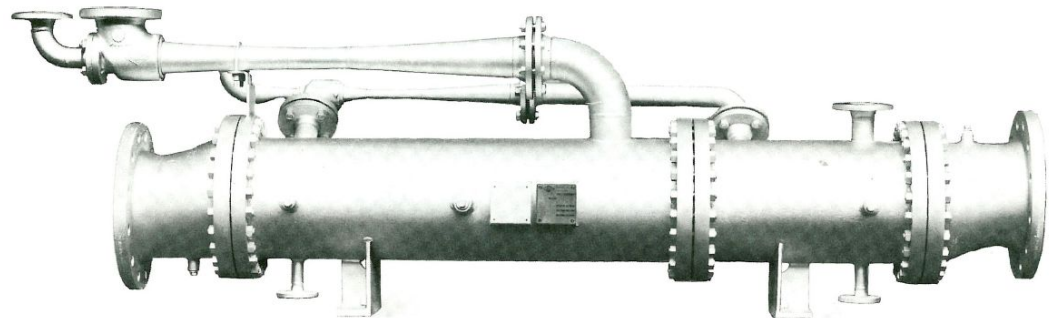
1. Турбина
2. Конденсатор турбины
3. Двухступенчатый паровой эжектор с конденсаторами
4. Конденсатор

- A Всасываемый поток  
B Конденсатор турбины  
C Отвод конденсата  
D Рабочий пар  
E Выход в атмосферу  
F Возврат в бойлер



### Преимущества:

- высокая надежность, нечувствительность к перегрузкам.
- простота эксплуатации
- нет загрязнения поверхности системы, не падает производительность даже после длительного срока эксплуатации системы.
- рекуперация тепла
- нет потери конденсата



## Процессы:

- Выпаривание
- Дистилляция
- Кристаллизация
- Сублимация
- Полимеризация
- Экстракция
- Сушка
- Конденсация
- Дегазация
- Охлаждение