

Охлаждение в вакууме

Введение	2
Сравнение компрессорных и парожеторных холодильных установок	2
Парожеторные холодильные установки – конструкция и принцип действия	3
Преимущества установок мгновенного охлаждения	3
Сжатие пара с помощью эжекторов	4
Мгновенное охлаждение	4
Парожеторные холодильные установки – типы	5
Компактные парожеторные холодильные установки	5
Колонные парожеторные холодильные установки	6
Портальные парожеторные холодильные установки	7
Стандартизованные парожеторные холодильные установки - типоразмеры	8
Тип слива и управление	10
Возможные конфигурации	10
Варианты слива	11
Управление парожеторными холодильными установками	12
Установки утилизации тепла	14
Критерии проектирования парожеторных холодильных установок	15

Охлаждение - дорогостоящий процесс. Продолжающийся рост стоимости энергии вынуждает искать замену традиционным системам охлаждения (с механическими компрессорами). Такой заменой, экологически безопасной и все более привлекательной экономически, являются установки мгновенного охлаждения.

Компания GEA Jet Pumps обладает более чем пятидесятилетним опытом проектирования и изготовления установок мгновенного охлаждения.

Примеры применения установок GEA Jet Pumps:

вода
 водные растворы азотной и фосфорной кислоты
 штукатурный раствор
 известковое молоко
 раствор гидроксида бария
 различные сточные воды
 фруктовые соки
 молоко
 клей

Диапазон производительности парожеторных холодильных установок - от 10 до 20 000 кВт. В такой установке можно, например, охлаждать воду до температуры около 5 °С.

Сравнение компрессорных и парожеторных холодильных установок

Тип холодильной установки	Компрессорная холодильная установка	Парожеторная холодильная установка
Охлаждение		
процесс	испарение	испарение
теплообмен	контактный	контактный или поверхностный
оборудование	испаритель	мгновенный испаритель
Сжатие пара		
процесс	механический	газодинамический
оборудование	поршневой, винтовой или турбокомпрессор	эжектор (паровой компрессор)
Движущая сила компрессора		
	электроэнергия (двигатель)	тепловая энергия (рабочий пар)
Отвод тепловой энергии		
процесс	конденсация	конденсация
теплообмен	контактный	контактный или поверхностный
оборудование	ожижитель	конденсатор

Пароэжекторные холодильные установки - конструкция и принцип действия

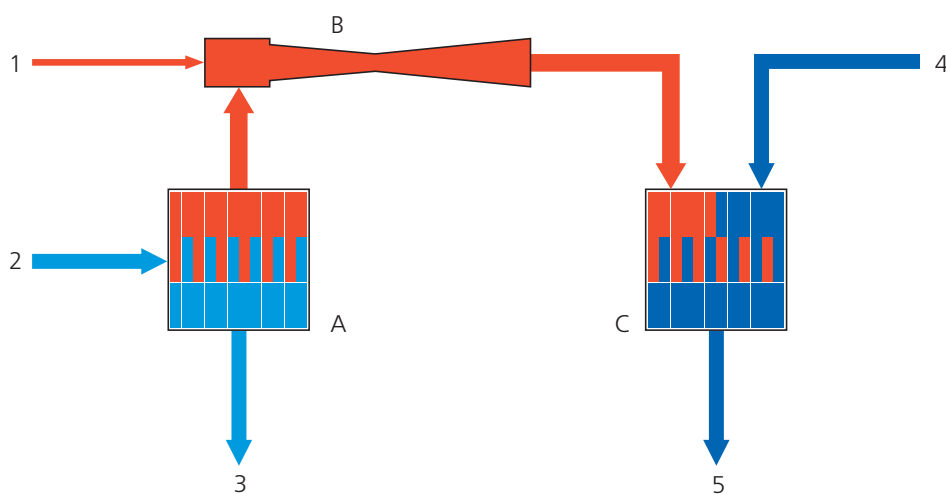


Рис. 1: Схема пароэжекторной холодильной установки со смешивающим конденсатором

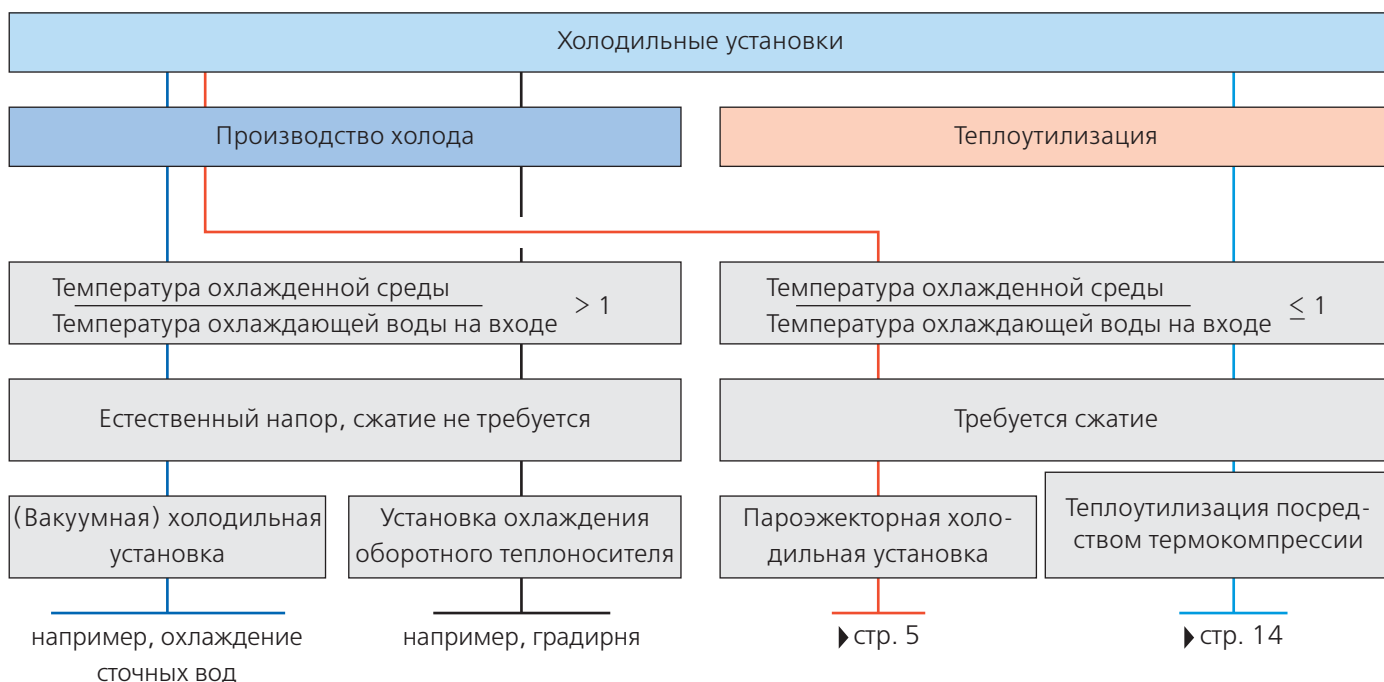
Преимущества установок мгновенного охлаждения

- простая и прочная конструкция
- надежная и безопасная эксплуатация
- очень малый износ в связи с отсутствием движущихся частей
- минимальное техническое обслуживание
- возможно контактное и поверхностное охлаждение, при поверхностном охлаждении охлаждающей средой почти всегда служит вода, что упрощает эксплуатацию

- очень малый объем охлаждающей среды
- возможность быстрой и частой смены нагрузки
- минимальное потребление электроэнергии
- бросовое тепло и вторичный пар утилизируются
- высокая эффективность при сезонном или периодическом использовании установок
- холодильный коэффициент* можно еще больше увеличить, используя систему экономии рабочего пара.

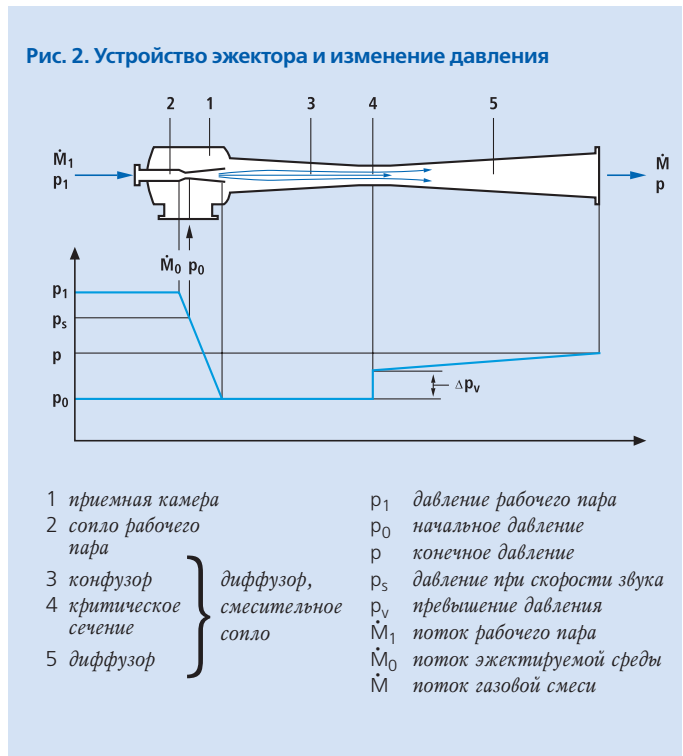
* Холодильный коэффициент = холодопроизводительность / расход рабочего пара

Классификация установок мгновенного охлаждения



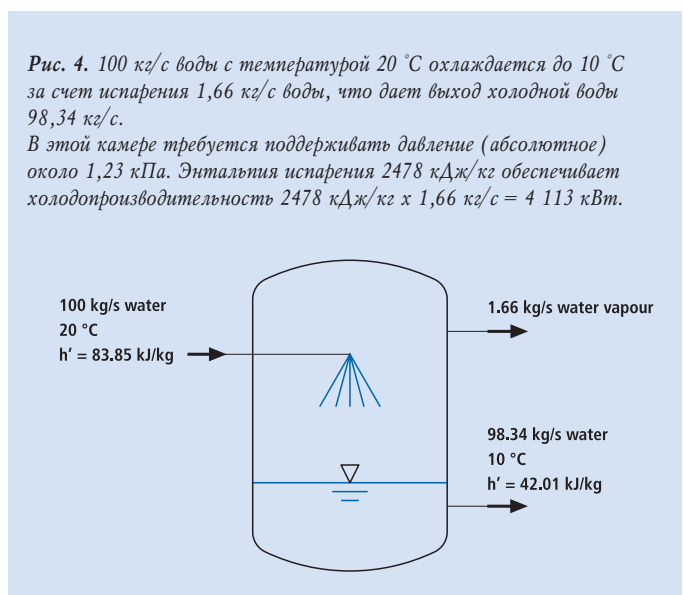
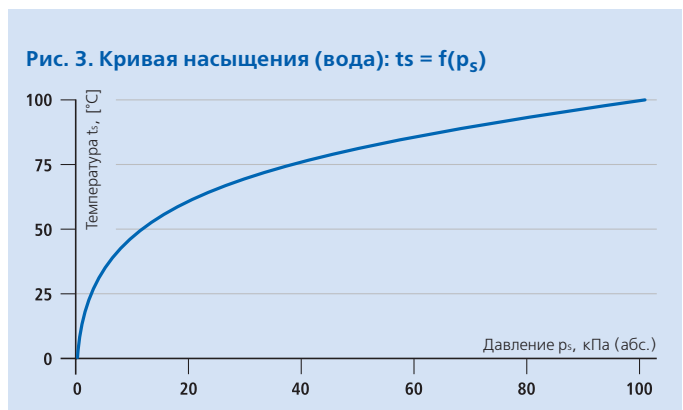
Сжатие пара с помощью струйных насосов

Струйные насосы - это компрессоры, которые приводятся в действие газом и не имеют движущихся частей: пар, образовавшийся при мгновенном испарении эжектируемой (охлаждаемой) среды, проходит через всасывающее сопло в приемную камеру эжектора. Рабочая среда (обычно, пар) расширяется, проходя через сопло, где энергия давления превращается в кинетическую энергию. Этот быстрый поток захватывает эжектируемую среду (т.е. среду, которую требуется охладить) и разгоняется в конфузоре сопла смешения. После критического сечения, в диффузоре, кинетическая энергия смеси постепенно вновь превращается в потенциальную энергию, т.е. среда сжимается до более высокого давления (рис. 2).



Мгновенное охлаждение

Для каждого типа жидкости давлению испарения соответствует определенная температура испарения. Жидкость закипает, если ее давление оказывается ниже давления испарения. Зависимость между этими величинами для воды в диапазоне температур от 0 до 100 °С показана на рис. 3. В установках мгновенного охлаждения испаряется лишь небольшая часть охлаждаемой жидкости (расход вторичного пара выражен в кг/с). Тепловая энергия, необходимая для этого процесса, отнимается у остальной части жидкости: ее температура падает до температуры кипения, соответствующей данному более низкому давлению. Поток вторичного пара переносит тепловую энергию охлаждаемой жидкости в конденсатор, т.е. передает теплоту другой системе (потребителю теплоты, установке охлаждения оборотного теплоносителя и т.п.).



Пароэжекторные холодильные установки - типы

Имеется три основных типа пароэжекторных холодильных установок:

- компактные установки малой производительности;
- колонные установки средней и большой производительности для условий ограниченной производственной площади;
- порталные установки высокой производительности.

Компактные пароэжекторные холодильные установки

Такие установки состоят из следующих горизонтально ориентированных компонентов: один сосуд мгновенного испарения (1) и один конденсатор (2) в общем горизонтальном сосуде. Эжектор (3) расположен параллельно этому сосуду. Небольшой водокольцевой вакуумный насос (4) служит для предварительной откачки воздуха. Теплота конденсации отводится охлаждающей водой, например, через градирню (6). Установка оснащена системой управления.

Данный тип установок не требует большой площади и имеет небольшую высоту.

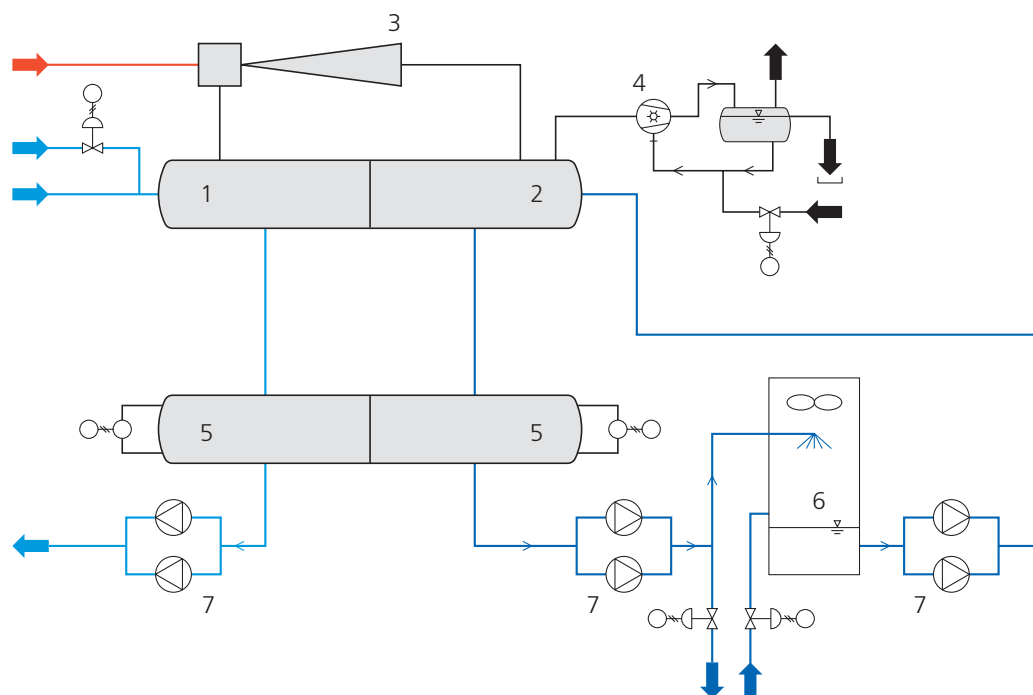


Рис. 5. 2-ступенчатая пароэжекторная холодильная установка компактного типа, охлаждает 44 м³/час воды от 30 до 10 °С.

Рис. 6.

- охлаждающая вода
- рабочий пар
- охлаждаемая среда

- 1 мгновенный испаритель
- 2 конденсатор
- 3 эжектор
- 4 вакуумный насос предварительной деаэрации
- 5 сборный резервуар
- 6 установка охлаждения оборотного теплоносителя
- 7 циркуляционные насосы



Колонные пароэжекторные холодильные установки

Это вертикальные конструкции: камеры мгновенного охлаждения (1) и камеры конденсации (2) устанавливаются одна над другой. Камеры мгновенного охлаждения и камеры конденсации каждой ступени соединяются трубой или эжектором (3). Во многих случаях установка оснащается градирней (6) для вторичного охлаждения охлаждающей воды. Как правило, для деаэрации применяется пароструйный вакуумный насос. Установка оснащена системой управления.

Данный тип установок требует относительно небольшой площади, но имеет большую высоту.

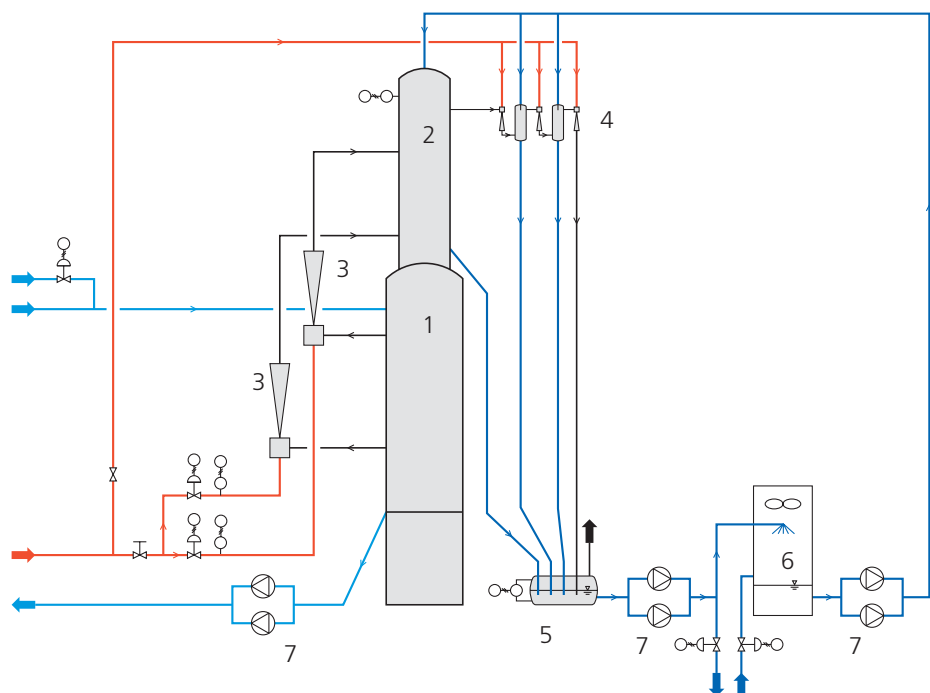


Рис. 7. 2-ступенчатая пароэжекторная холодильная установка башенного типа, охлаждает 200 м³/час воды от 10 до 5 °С. Холодопроизводительность: 1163 кВт.

Рис. 8.

■ охлаждающая вода
■ рабочий пар
■ охлаждаемая среда

- 1 мгновенный испаритель
- 2 конденсатор
- 3 эжекторы
- 4 вакуумный насос предварительной деаэрации
- 5 сборный резервуар
- 6 установка охлаждения оборотного теплоносителя
- 7 циркуляционные насосы



Портальные парожеткторные холодильные установки

Они состоят из вертикальных или горизонтальных камер мгновенного охлаждения (1), горизонтальных эжекторов (3) и вертикальных камер конденсации (2). Камеры мгновенного охлаждения и камеры конденсации каждой ступени соединяются трубой или эжектором (3). Во многих случаях установка оснащается градирней (6) для вторичного охлаждения охлаждающей воды. В состав установки также входит пароструйный вакуумный насос для деаэрации. Установка оснащена системой управления.

Данный тип установок требует имеет небольшую высоту, но занимает значительную площадь.

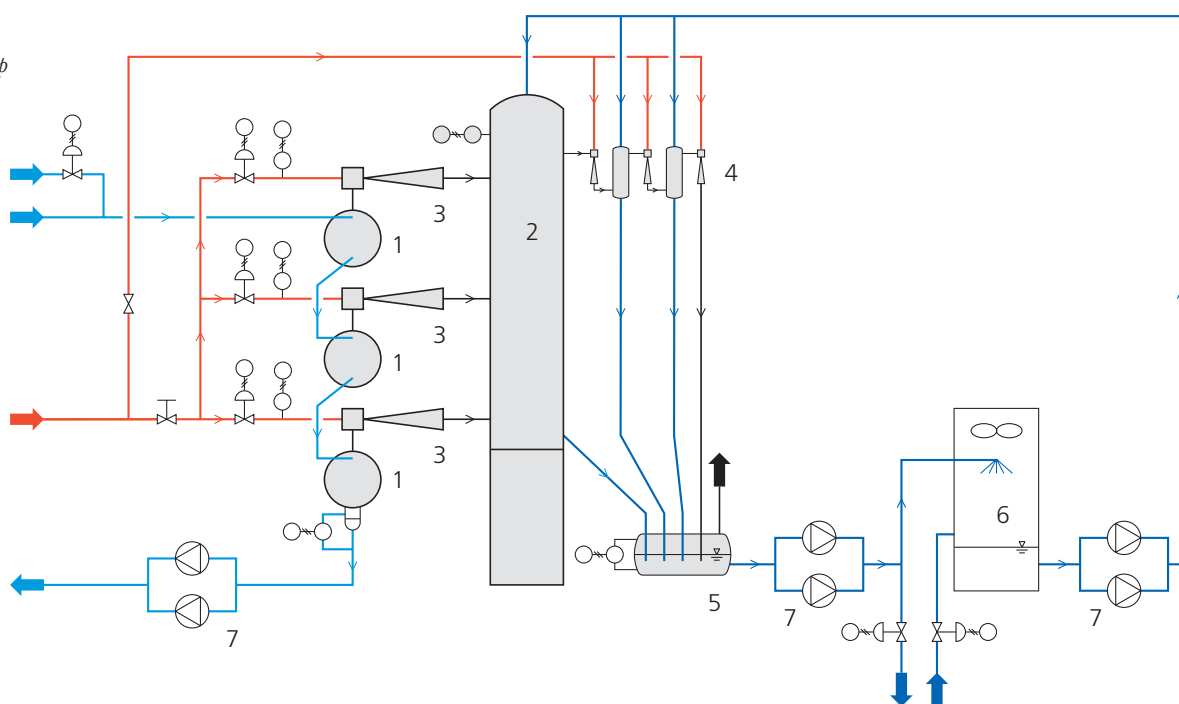


Рис. 9. 3-ступенчатая парожеткторная холодильная установка портального типа, охлаждает 194 м³/час воды от 28 до 15 °С.
Холодопроизводительность: 2 900 кВт.

Рис. 10.

- 1 мгновенный испаритель
- 2 конденсатор
- 3 эжекторы
- 4 вакуумный насос предварительной деаэрации
- 5 сборный резервуар
- 6 установка охлаждения оборотного теплоносителя
- 7 циркуляционные насосы

— охлаждающая вода
— рабочий пар
— охлаждаемая среда



Стандартизованные пароэжекторные холодильные установки - типоразмеры

GEA Jet Pumps предлагает стандартизованные установки.

Преимущества:

- простая конструкция
- низкие инвестиционные расходы
- сокращенные сроки поставки

Выпускается восемь типоразмеров установок (см. таблицу). По заказу производится индивидуальное проектирование. Этим типоразмерам соответствуют иллюстрации, приведенные на следующей странице (рис. 11, 12 и 13).

Холодопроизводительность нетто	кВт	20	100	300	600	1000	3000	7500	15000
Охлаждаемая среда (вода)									
температура на входе	°C	12	12	12	12	12	12	12	12
температура на выходе	°C	6	6	6	6	6	6	6	6
объемный расход	м³/ч	2,9	14,5	43,5	87	145	435	1 086	2 172
размеры сопла: вход/выход	DN	25/40	50/80	80/150	150/200	150/250	250/400	400/700	600/1 000
Охлаждающая вода									
температура на входе	°C	30	30	30	30	30	30	30	30
температура на выходе	°C	40	40	40	40	40	40	40	40
объемный расход	м³/ч	8	37	95	190	305	855	2 140	4 275
размеры сопла: вход/выход	DN	40/50	80/100	150/200	200/250	250/350	400/600	600/1 000	900/1 400
Рабочий пар (0,4 МПа)									
лето (100 % нагрузка)	кг/ч	95	440	1 100	2 150	3 450	9 450	23 500	47 000
весна/лето ¹⁾ 60 %	кг/ч	прибл. 60	прибл. 260	прибл. 660	прибл. 1 300	прибл. 2 070	прибл. 5 700	прибл. 14 000	прибл. 28 000
зима ¹⁾ 20 %	кг/ч	прибл. 20	прибл. 90	прибл. 200	прибл. 430	прибл. 700	прибл. 1 900	прибл. 4 700	прибл. 9 400
Расход подпиточной воды (например, 12 °C)									
	м³/ч	0,03	0,14	0,44	0,87	1,45	4,36	10,90	21,81
Число ступеней									
		1	1	2	2	2	3	3	3
Тип конструкции									
		компактная	компактная	колонная	колонная	колонная	портальная	портальная	портальная
Тип слива									
		не барометрический	не барометрический	не барометрический ²⁾	не барометрический ²⁾	не барометрический	барометрический	барометрический	барометрический
Электропитание									
водокольцевой вакуумный насос	кВт	0,7	0,7	(нет)	(нет)	(нет)	(нет)	(нет)	(нет)
насос охлаждающей воды 1 ³⁾ (100 %)	кВт	0,5	2,5	10	18	36	110	270	620
насос охлаждающей воды 2 ³⁾ (100 %)	кВт	0,5	2,0	8	15	25	80	200	450
насос охлаждаемой среды 3 ³⁾ (100 %)	кВт	0,5	1,0	3	6	12	50	120	280
вентилятор градирни (100 %)	кВт	0,5	2,0	6	11	18	52	128	256
полная мощность	кВт	2,7	8,2	27	50	91	292	718	1 606
Габариты (пароэжекторной холодильной установки)									
длина	м	2,5	3,5	2,0	2,5	3	15	20	22
ширина	м	1,0	1,5	2,0	2,5	3	5	7	13
высота	м	2,5	3,0	12,0	14,0	17	13 ⁴⁾	20 ⁴⁾	30 ⁴⁾
Масса³⁾									
без загрузки	т	1,3	2,2	8	13	20	25	75	150
эксплуатационная	т	1,5	3,0	10	16	25	32	100	200
с водой	т	2,0	4,0	14	28	40	70	240	550

1) Для Центральной Европы

2) дополнительно питающий бак для охлаждающей среды

3) для перепада +/- 0.0 м

4) плюс барометрическая высота (11 м)

5) без платформ, насосов, градирни и труб

Рис. 11. Колонная конструкция

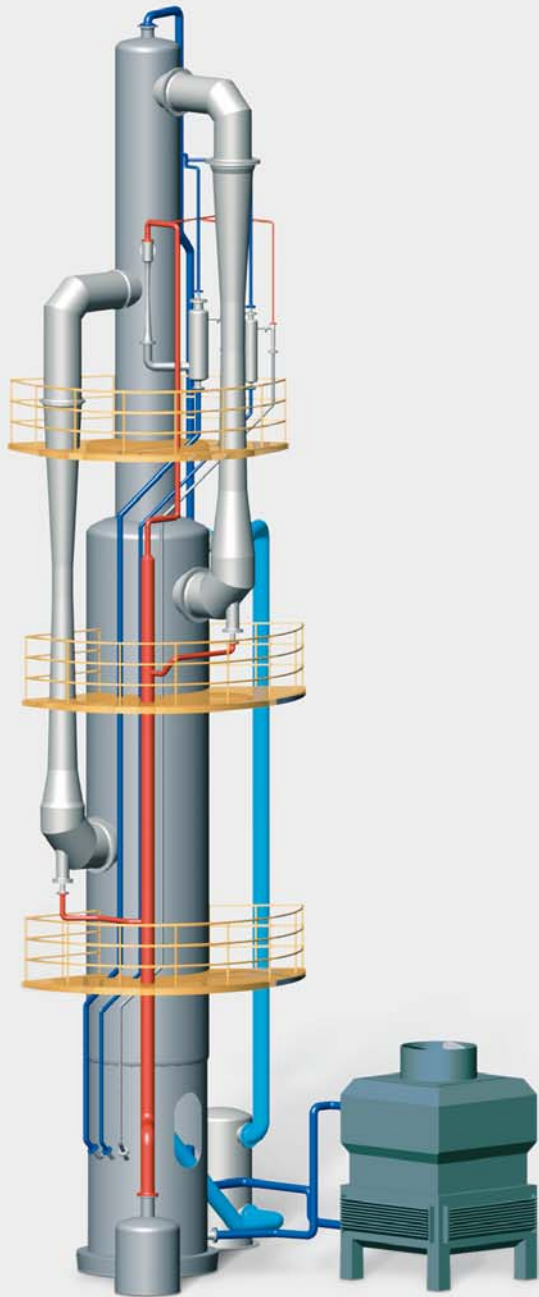


Рис. 12. Портальная конструкция

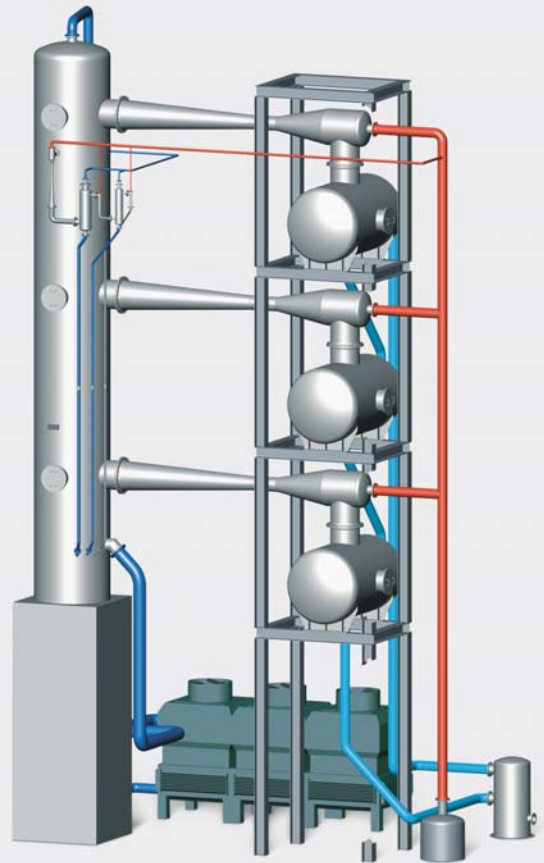
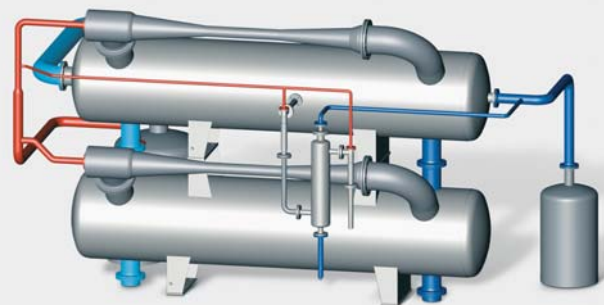


Рис. 13. Компактная конструкция



Тип слива и управление

Возможные конфигурации

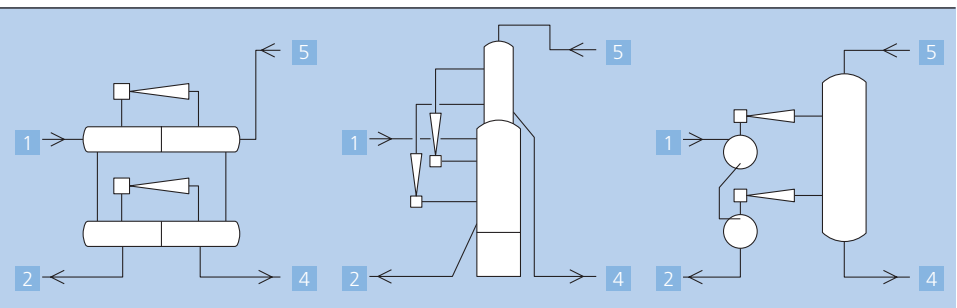
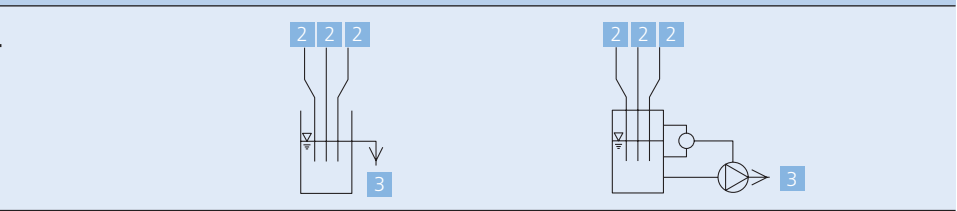
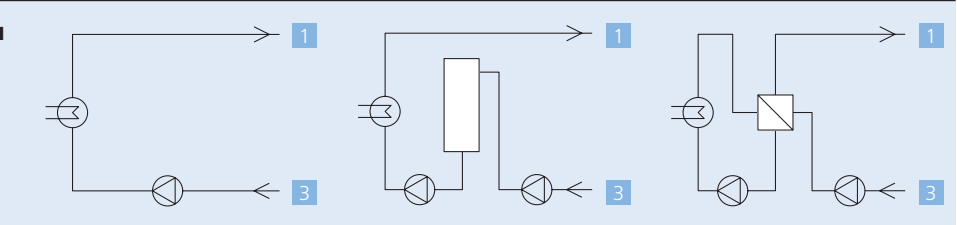
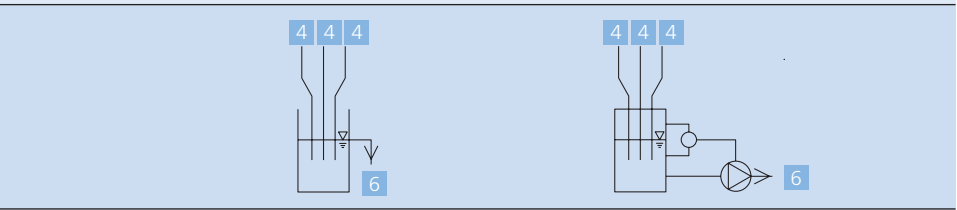
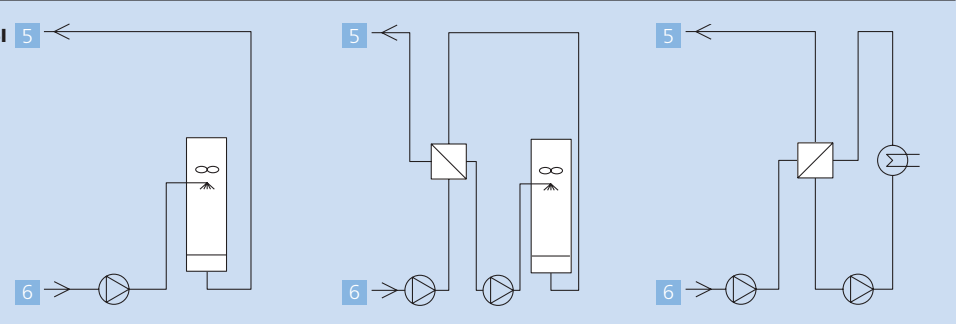
Холодильные установки обычно состоят из трех компонентов:

- собственно холодильной установки
- системы циркуляции охлажденной среды
- системы циркуляции охлаждающей воды

Большинство установок мгновенного охлаждения работает под вакуумом. Охлажденная среда и (или) охлаждающая вода забираются из вакуумной камеры и подаются в соответствующую систему циркуляции. Барометрическая компоновка существенно облегчает слив среды из сосуда под вакуумом. Если, однако,

минимально необходимая для этого высота 11 м недоступна, требуется небарометрический слив (см. стр. 11). В таблице показаны возможные комбинации конструкций и вариантов слива: холодильная установка может иметь барометрический или небарометрический слив, в обоих случаях возможны три варианта конструкции системы циркуляции охлажденной среды и охлаждающей воды. Следующая таблица иллюстрирует это положение:

Возможные комбинации конструкций и вариантов слива

<p>2-ступенчатая парозжекторная холодильная установка:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ компактная конструкция ■ колонная конструкция ■ порталная конструкция 	
<p>Основные способы слива охлажденной среды из под вакуума</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ барометрический ■ небарометрический 	
<p>Циркуляция охлажденной среды</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ прямая ■ прямая, через резервуар ■ непрямая, через промежуточный теплообменник к потребителям охлажденной среды 	
<p>Основные типы слива охлаждающей воды из под вакуума</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ барометрический ■ небарометрический 	
<p>Циркуляции охлаждающей воды</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ прямая, через градирню ■ непрямая, через промежуточный теплообменник к градирне ■ непрямая, через промежуточный теплообменник к другим абсорберам тепла (речная вода, другие технологические процессы) 	

Варианты слива

Слив может быть барометрическим и небарометрическим.

Рис. 14. Барометрический слив

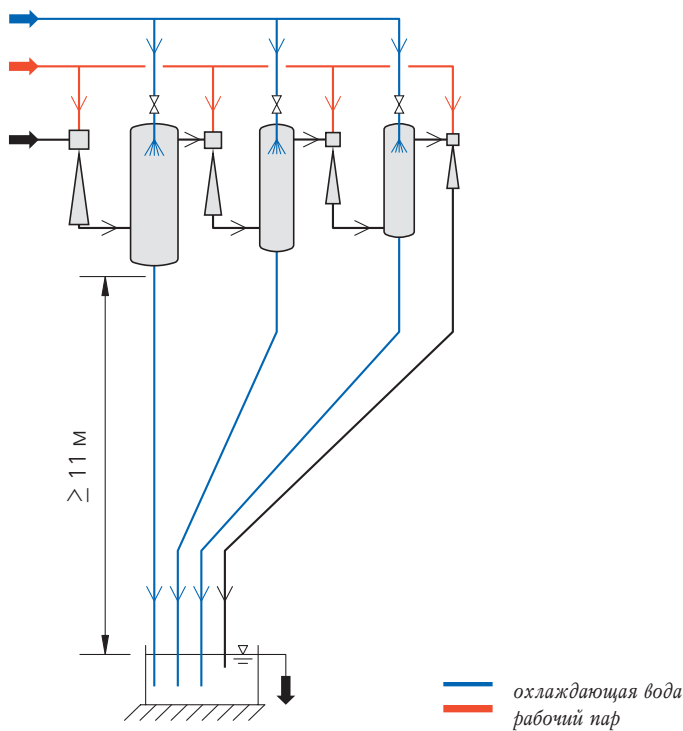
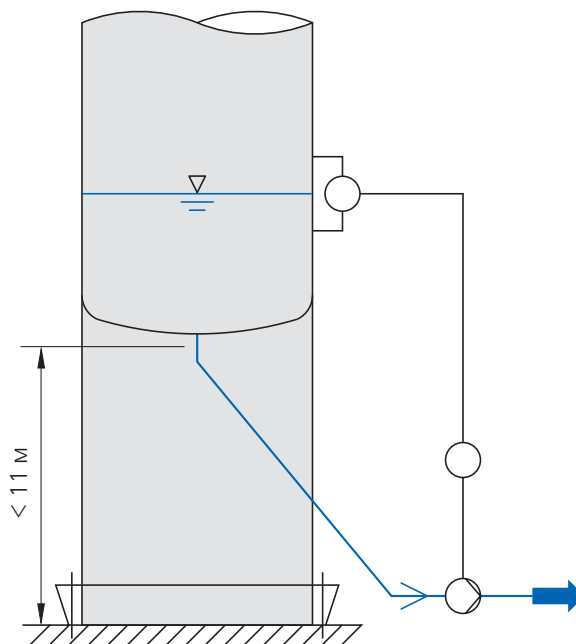


Рис. 15. Небарометрический слив



Преимущества

- Давление всасывания циркуляционного насоса всегда не ниже атмосферного, что устраняет опасность кавитации.
- Вакуумная камера отделяется от атмосферного давления столбом жидкости в барометрической трубе.
- Обычно такая система не может рассматриваться как сосуд под давлением, поскольку данная компоновка не позволяет поддерживать избыточное давление.

Примечание

- Вакуумные камеры должны быть установлены не менее чем в 11 м над гидрозатвором.

Преимущества

- Перепад высоты между вакуумными камерами и гидрозатвором может быть меньше 11 м.

Примечания

- Давление всасывания циркуляционного насоса ниже атмосферного, поэтому циркуляционный насос следует защитить от кавитации.
- В силу закрытой конструкции такие сосуды обычно считаются сосудами под давлением, т.е. должны соответствовать особым требованиям в отношении проектирования и изготовления.

Управление пароэжекторными холодильными установками

Управления пароэжекторными холодильными установками:

- согласование холодопроизводительности с текущей нагрузкой и (или)
- снижение эксплуатационных расходов.

Регулирование производительности

Производительность пароэжекторной холодильной установки можно изменять, открывая и закрывая паровые клапаны отдельных эжекторов. При условии постоянного расхода охлаждаемой среды холодопроизводительность можно регулировать по температуре охлажденной среды на выходе пароэжекторной холодильной установки. Это можно делать вручную или автоматически.

Регулирование расхода рабочего пара – экономия рабочего пара

Пароэжекторные холодильные установки проектируются в расчете на наименее благоприятные рабочие условия, например, самую высокую возможную температуру охлаждающей воды в году. На диаграмме (рис. 16) показана типичная годовая температурная диаграмма для Центральной Европы. При условии постоянного расхода охлаждающей воды давление конденсации в течение большей части года остается заметно ниже расчетного. Соответственно, паровой вакуумный насос может работать против давления ниже расчетного. Согласно характеристикам струйных насосов максимально допустимое конечное давление на выходе насоса пропорционально давлению движущего пара (в определенном диапазоне). Максимально допустимое конечное давление должно быть выше давления конденсации в присоединенном к эжектору конденсаторе. Если температура охлаждающей воды падает, давление конденсации также падает. В этом случае не требуется сжимать среду до высокого расчетного конечного давления, и давление рабочего пара можно соответственно понизить с помощью дроссельного клапана. Таким образом, потребление рабочего пара пароэжекторной холодильной установкой снижается без изменения холодопроизводительности. Следующие диаграммы (рис. 17 и 18) иллюстрируют эту зависимость. Экономия рабочего пара улучшает среднегодовой холодильный коэффициент*.

* Холодильный коэффициент = холодопроизводительность/расход рабочего пара

Рис. 16. Максимальная температура охлажденной оборотной воды в течение года (для Центральной Европы)

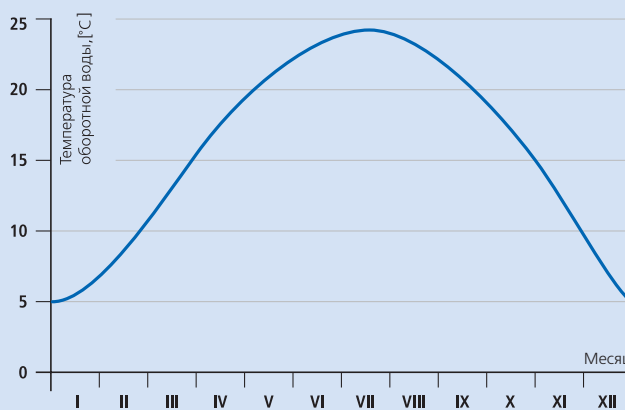


Рис. 17. Потребление пара в зависимости от температуры охлаждающей воды в четырехступенчатой установке (для охлаждения до 10 °C)

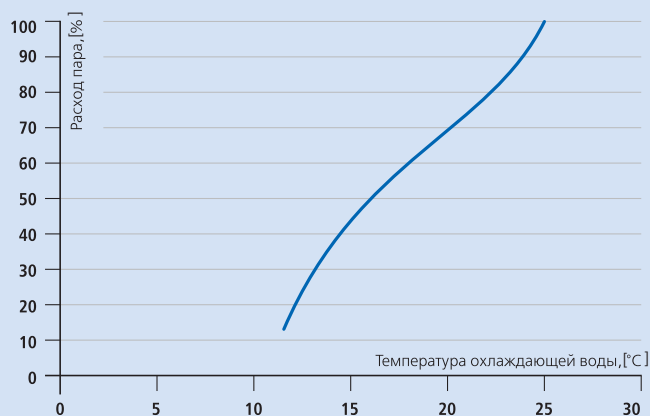


Рис. 18. Диаграмма потребления пара на основе соотношения, представленного в двух предыдущих диаграммах (рис 16 и 17). Среднее потребление пара 72 % от максимального.



Потребление пара и охлаждающей воды пароэжекторными холодильными установками

Потребление пара и охлаждающей воды пароэжекторными холодильными установками зависит от

- охлаждаемой среды
- температуры охлаждающей воды
- давления рабочего пара
- числа ступеней установки и
- требуемой температуры охлажденной среды на выходе установки

На рис. 19 представлен расход рабочего пара и охлаждающей воды. Предположим, 100 м³ воды в час охлаждается от 20 до 10 °С в двухступенчатой пароэжекторной холодильной установке. По диаграмме 19 находим, что расход охлаждающей воды составит около 200 м³/час (при ее нагреве от 24 до 35 °С) и расход рабочего пара около 1800 кг/час (7 бар изб., 170 °С). Кроме того, видно, что увеличение числа ступеней снижает эксплуатационные и увеличивает инвестиционные расходы (и наоборот).

Оптимальное потребление пара и охлаждающей воды пароэжекторными холодильными установками

Коэффициент охлаждения R помогает рассчитать уровень нагрева охлаждающей воды, который обеспечивает низкие эксплуатационные затраты.

$$\text{Коэффициент охлаждения } R = K \cdot \frac{\text{стоимость пара/т}}{\text{стоимость охлаждающей воды/м}^3}$$

Величина K - это средний расход пара в процентах. Например, относительно высокая стоимость пара приводит к высокому значению R. В этом случае малый перепад температур охлаждающей воды снижает эксплуатационные расходы и наоборот (см. рис. 20). На этой диаграмме K = 0,7 (70 % от расчетного значения) при охлаждении 100 м³ воды в час от 20 до 5 °С, что соответствует холодопроизводительности 1745 кВт для трехступенчатой пароэжекторной холодильной установки со смесительными конденсаторами. Расчет произведен для следующих условий

- Расход охлаждающей воды остается постоянным.
- Расход пара регулируется.

Рис. 19. Потребление пара и охлаждающей воды пароэжекторными холодильными установками непрерывного действия со смесительными конденсаторами

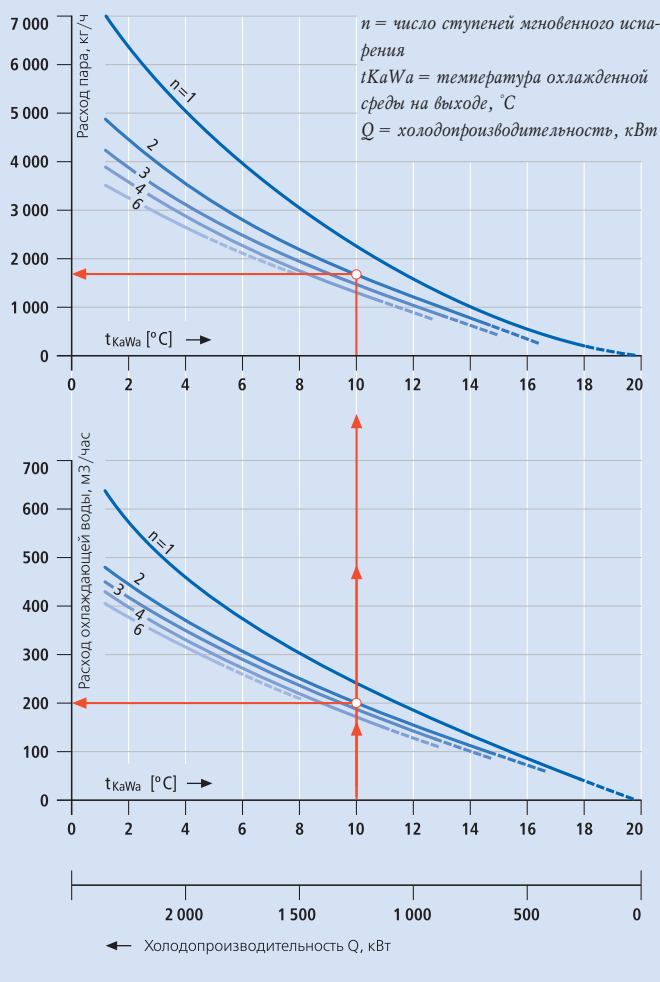
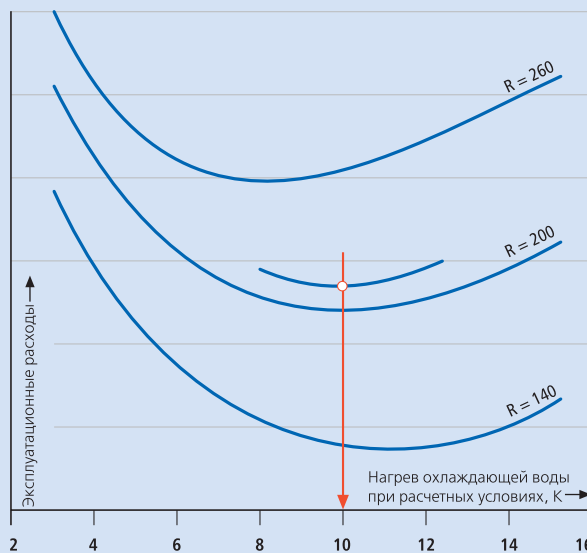


Рис. 20. Оптимизация эксплуатационных расходов

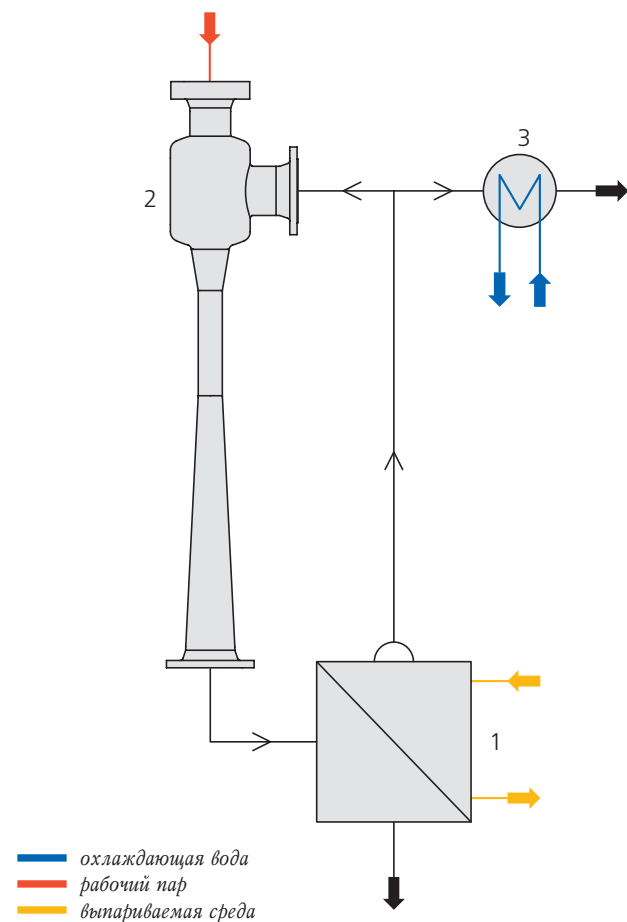


Установки утилизации тепла

Во многих технологических процессах образуется вода или водная дисперсионная система с относительно высокой температурой. В этом случае установки теплоутилизации могут снизить:

- эксплуатационные расходы и
- загрязнение за счет лучшего использования энергии.

Рис. 21. Химическая промышленность

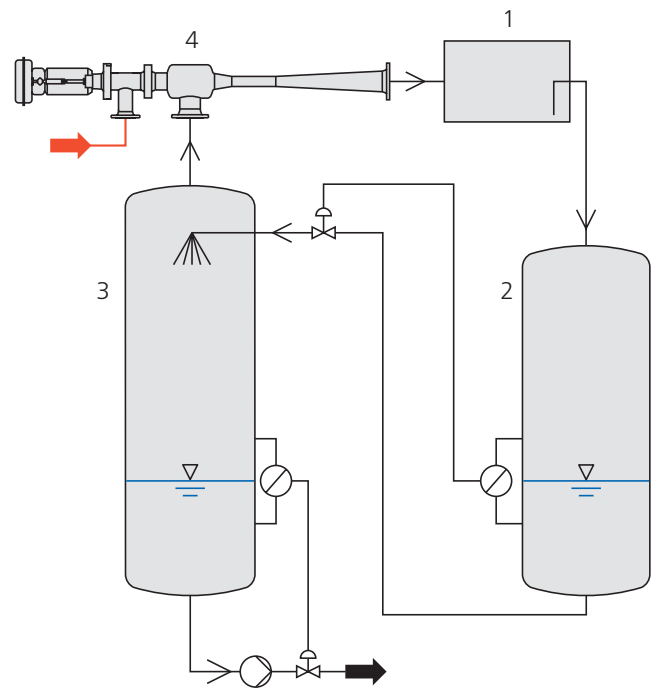


- 1 испаритель
- 2 струйный насос (термокомпрессор)
- 3 конденсатор

Образующийся в вытарном аппарате вторичный пар имеет давление 200 кПа и температуру 60 °С. С помощью струйного насоса большую часть этого пара можно использовать в качестве греющего. В данном примере за счет утилизации вторичного пара можно сэкономить приблизительно 60 % свежего пара (если принять давление свежего пара 0,3 МПа (изб.).

В принципе, применяемая компанией GEA Jet Pump технология теплоутилизации очень сходна с процессом мгновенного охлаждения, см. стр. 4. Однако, цель процесса утилизации теплоты - повторное использование тепловой энергии. Вторичный пар сжимается до более высокого давления с помощью струйного насоса (термокомпрессора) и превращается в источник энергии с высоким температурным потенциалом.

Рис. 22. Целлюлозно-бумажная промышленность



- 1 сушильный барабан
- 2 сборный резервуар
- 3 мгновенный испаритель
- 4 струйный насос (термокомпрессор)

Теплота отбирается у теплого конденсата, стекающего из сушильного барабана бумагоделательной машины, путем его мгновенного испарения. Образующийся пар сжимается струйным насосом до давления греющего пара. В данном случае струйные насосы рассчитаны на переменный расход (управление иглой распылителя), чтобы обеспечить очень точное регулирование, требуемое целлюлозно-бумажной промышленностью.

Критерии проектирования пароэжекторных холодильных установок

Несмотря на стандартизацию, пароэжекторные холодильные установки обычно проектируются по спецификациям заказчика. В силу многообразия применений и очень разных требований операторов размер, конструкция, компоновка и режим работы установок сильно различаются.

Прежде всего, требуется ответить на следующие вопросы:

1. Что требуется охладить?	Характеристики жидкости, такие как температурная депрессия, осаждение кристаллов и т.д.?
2. Какое количество требуется охладить?	Массовый или объемный расход, периодический или непрерывный режим?
3. Диапазон охлаждения?	Температура на входе и на выходе? Длительность (в случае периодического процесса)?
4. Движущая сила?	Каково доступное давление рабочего пара? Какова стоимость пара? Каков доступный массовый расход пара (можно ли рассчитывать на отработанный или вторичный пар)?
5. Способ охлаждения?	Тип, количество и стоимость доступной охлаждающей среды?
6. Какова температура охлаждающей среды?	Какова максимальная и минимальная температура охлаждающей среды в течение рабочего процесса?
7. Тип слива?	Барометрический или небарометрический?
8. Тип конденсации?	Прямая (конденсат и охлаждающая среда смешиваются) или непрямая (конденсат и охлаждающая среда не смешиваются)?
9. Требуемая холодопроизводительность?	Какова ожидаемая диаграмма нагрузки (полная нагрузка, частичная нагрузка)?
10. Тип конструкционного материала?	Выбор конструкционного материала может зависеть от рабочей среды, места эксплуатации (климат и т.д.) и опыта операторов.
11. Имеются ли дополнительные правила?	Требуется ли учесть дополнительные правила или стандарты?
12. Особые требования?	Имеется ли опыт эксплуатации подобных установок или особые требования в отношении пароэжекторной холодильной установки?
13. Примечания	

Краткий обзор нашего ассортимента

Струйные насосы

для перекачивания и смешивания газов, жидкостей и сыпучих продуктов; для прямого нагрева жидкостей; для применения в качестве тепловых насосов; насосы специальной конструкции используются в самых разных областях, например, в ядерной промышленности, в технологиях высокого давления и т.д.

Пароэжекторные вакуумные насосы

изготавливаются из углеродистой стали, нержавеющей стали, хастеллоя, титана, графита, стекла, фарфора и т.д., давление всасывания до 0,01 мбар, расход может быть как очень маленьким, так и очень большим; могут сочетаться с механическими вакуумными насосами; широко применяются в химической, фармацевтической и пищевой промышленности, а также для нефтепереработки и для дегазации стали.

Эжекторные вакуум-насосы на вторичном паре

используют вторичный пар, образующийся во многих технологических процессах.

Вакуумные/пароэжекторные холодильные установки

с пароструйными или механическими компрессорами для производства холодной воды, для охлаждения жидких продуктов, в том числе агрессивных и абразивных.

Анализ проектов, инжиниринг

установок из нашего ассортимента продукции.

Все продукты основаны на испытанной технологии WIEGAND.

Установки утилизации тепла

для утилизации остаточной теплоты отработавших газов, паровоздушной смеси, отработавшего пара, конденсата или продукта, оборудуются частичным или полным тепловым насосом.

Конденсационные установки

с поверхностными или смешивающими конденсаторами, со сжатием вторичного пара или без него, предназначенные для конденсации паров или паровоздушной смеси под вакуумом.

Установки вакуумной дегазации

для удаления растворенных газов из воды и других жидкостей.

Отопительные и холодильные установки

передвижные и стационарные установки для нагреваемых горячей водой реакторов, контактных сушилок и т.д.

Скрубберы

для очистки и обеспыливания отработавшего воздуха, разделения аэрозолей, охлаждения и кондиционирования газов, конденсации паров, регенерации продуктов из отработавшего воздуха, абсорбции газообразных загрязнителей.



A company of GEA Group

GEA Jet Pumps GmbH 105094, Россия, г.Москва, ул.Семеновский вал, 6, стр. 1

Тел.: +7 495 787 20 20 Факс: +7 495 787 20 22

www.geajet.com