

Как отводить конденсат из трубчатых теплообменников и погружных змеевиков

Погружные змеевики – это теплопередающие элементы которые полностью находятся внутри среды, подлежащей нагреву, выпариванию или концентрированию. Такой тип змеевиков имеется практически на всех установках и производствах, где применяется пар. Наиболее характерными примерами являются водонагреватели, кипятильники, обогреватели, испарители и выпаривающие установки. Они используются для нагрева воды, идущей на технологические цели или на бытовые нужды: для испарения промышленных газов, таких как пропан и кислород; для повышения концентрации перерабатываемых веществ, таких как сахар, черный щелок и нефтепродукты; для нагрева вязких видов жидкого топлива с целью облегчения его подачи и распыления в форсунках. Разнообразные условия эксплуатации вызывают необходимость использования постоянного или переменного давления пара, что также влияет на выбор подходящего вида конденсатоотводчика. К числу факторов, чаще всего принимаемых во внимание при выборе конденсатоотводчика, относятся: пригодность для вывода воздуха при низких перепадах давления, энергосберегающие свойства, работоспособность на загрязненных средах и пригодность для вывода залповых поступлений конденсата. Чтобы помочь определить подходящий тип и типоразмер конденсатоотводчика, было разработано три стандартных метода выбора.

Коэффициент запаса

1. Постоянное давление пара:

Для конденсатоотводчиков с опрокинутым поплавком и конденсатоотводчик с закрытым поплавком и выпускным термодатчиком П+Т коэффициент запаса принимается 2:1 при рабочем перепаде давления.

2. Регулируемое переменное давление пара:

Рекомендуются конденсатоотводчики типа П+Т или с опрокинутым поплавком.

А. Для давления пара 0 – 2 бар коэффициент запаса 2 : 1 при перепаде давления 0,1 бар

Б. Для давления пара 2 – 3 бар коэффициент запаса 2 : 1 при перепаде давления 0,2 бар.

В. для давления пара свыше 3 бар коэффициент запаса 3 : 1 при перепаде давления равном 1/2 от максимального перепада давления на конденсатоотводчике.

3. Постоянное или регулируемое переменное давление пара в сочетании с сифонным дренажом:

Рекомендуется дифференциальный регулятор конденсата и коэффициент запаса 3 : 1 при перепаде давления 1/2 от максимального перепада давления на конденсатоотводчике. Другим вариантом решения может быть конденсатоотводчик с опрокинутым поплавком и увеличенным вентиляционным отверстием (IBLV) для которого коэффициент запаса принимается равным 5:1.

Примечание:

При наличии большого количества загрязнений и воздуха эффективно применение конденсатоотводчика с опрокинутым поплавком в сочетании с отдельно стоящим термостатическим клапаном для сбора воздуха.

Трубчатые теплообменники

Трубчатые теплообменники являются одной из разновидностей погружных змеевиков, см. Рис. 26-1. Такие теплообменники состоят из множества трубок, установленных внутри корпуса или оболочки с ограниченным свободным объемом. Это обеспечивает

постоянный контакт между трубками и нагреваемой средой, проходящей внутри оболочки. Хотя термин «погруженный змеевик» предполагает, что пар находится внутри трубок, а сами трубки погружены в нагреваемую среду, все приведенное будет справедливо и для противоположных условий, т.е. когда пар заполняет оболочку, а нагреваемая среда пропускается по трубкам.

Выбор конденсатоотводчика для трубчатых теплообменников

Чтобы определить расход конденсата для трубчатых нагревателей при известном расходе нагреваемой среды, используйте нижеприведенную формулу. (Если известны только размеры нагревающего змеевика, используйте формулу для штампованных змеевиков. Проверьте, чтобы коэффициент «к» был выбран правильно):

$$Q_c = \frac{m \cdot \Delta t \cdot c \cdot 60 \cdot \gamma}{r}, \text{ где}$$

Q_c = расход конденсата, кг/час

m = расход нагреваемой жидкости, л/мин

Δt = разность температур, °C

c = удельная теплоемкость нагреваемой жидкости, ккал/кг/°C

60 = 60 мин = 1 час

γ = плотность нагреваемой жидкости

r = скрытая теплота парообразования, ккал/кг см. Табл. «Свойства насыщенного пара» (Страница 4)

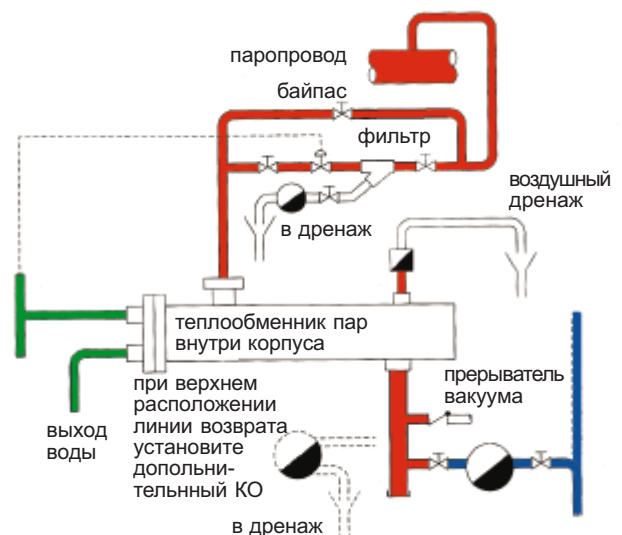
Пример

Представим, что расход нагреваемой воды равен 30л/мин при начальной температуре поступающей воды 20°C и температуре воды на выходе 120°C. Нагрев паром при давлении 1 бар.

Определим нагрузку по конденсату, т.е. расход конденсата. Применяв формулу, получим :

$$Q_c = \frac{30 \cdot 100^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ ккал/кг/}^\circ\text{C} \cdot 60 \cdot 1}{539 \text{ ккал/кг}} = 335 \text{ кг/ч}$$

Рис.26-1 Типичная схема обвязки трубчатого теплообменника



Штампованные змеевики

Открытые емкости с водой или химикатами часто нагревают при помощи штампованных змеевиков. См. Рис.27-1. Каналы для пара в них сформированы путем выдавливания канавок в полупанелях из металлического листа. Каждая из полупанелей является зеркальным отображением другой и, после приварки друг к другу, образуют конструкцию, обеспечивающую проход пара, теплопередачу и отвод конденсата.

Выбор конденсатоотводчика для штампованных змеевиков

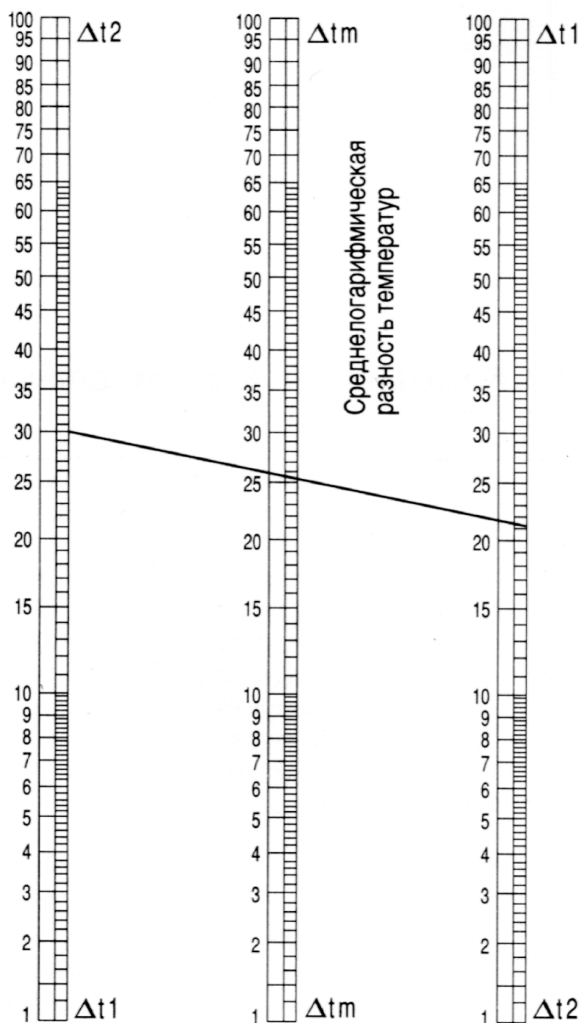
Если две рабочих среды проходят вдоль разделяющей их стенки и имеют разную температуру, то температура одной из них повышается, а другой – понижается, причем средняя разность температур этих сред, Δt_m , как например пара и нагреваемой жидкости (или между входом и выходом теплообменника) определяется логарифмической зависимостью по формуле :

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}, \text{ где}$$

Δt_1 = наибольшая разность температур

Δt_2 = наименьшая разность температур

Среднеарифметическую разность температур можно определить с несколько меньшей точностью по номограмме График 27-1.



Номограмма 27-1. Средние значения разности температур для теплообменного оборудования.

Пример

Какова величина среднеарифметической разности температур между жидкостью, нагреваемой от 74°C до 95°C, и теплоносителем, температура которого понижается от 125°C до 95°C?

Применив формулу, получим :

$$\Delta t_1 \left[\begin{array}{c} 125 \rightarrow 95 \\ \leftarrow 95 \\ 74 \end{array} \right] \Delta t_2$$

$$\Delta t_1 = 125 - 95 = 30^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 95 - 74 = 21^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_m = \frac{30 - 21}{\ln \frac{30}{21}} = \frac{9}{0.36} = 25^\circ\text{C}$$

Величина теплового потока, передаваемого через панели штампованного змеевика, определяется по формуле :

$$H = A \cdot k \cdot \Delta t_m, \text{ где:}$$

H = величина передаваемого теплового потока, ккал/м²/час

A = площадь теплопередачи, м²

k = коэффициент теплопередачи, ккал/м²/час/°C. См. Табл. 28-2

Δt_m = среднеарифметическая разность температур, °C

Пример:

Какова величина теплового потока через панели штампованного змеевика площадью 8 м², нагревающего жидкость при помощи пара до температуры, указанной в предыдущем примере?

Коэффициент теплопередачи принимаем равным 900 ккал/м²/час/°C

$$H = 8 \cdot 900 \cdot 25 = 180\,000 \text{ ккал/час}$$

Для определения расхода конденсата разделите величину полученного теплового потока на величину скрытой теплоты парообразования, имеющего температуру 125°C.

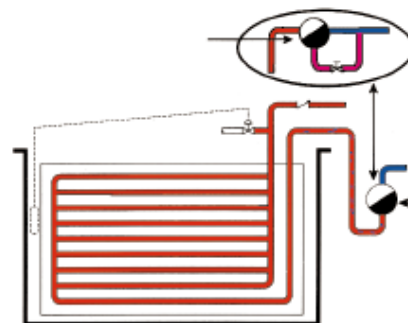
Температура 125°C ориентировочно соответствует пару под давлением 2,5 бар, который имеет скрытую теплоту парообразования 521 ккал/кг. См. «Свойства насыщенного пара» стр. 4.

Определим расход конденсата:

$$Q_c = \frac{H}{r} = \frac{180\,000 \text{ ккал/час}}{521 \text{ ккал/кг}} = 345,5 \text{ кг/час}$$

Чтобы правильно выбрать конденсатоотводчик для данных условий, умножьте расход конденсата на соответствующий коэффициент запаса.

Рис. 27-1. Штампованный змеевик с термостатическим регулированием и сифонным дренажом



Трубчатые змеевики

Трубчатые змеевики – это теплопередающие трубчатые конструкции, погруженные в емкость, объем которой значительно больше объема самых змеевиков. См. Рис. 27-1, Рис. 28-1. Это является их основным отличием от трубчатых теплообменников. Как и в случае погружных змеевиков, их дренаж может производиться либо самотеком, либо с помощью сифона в зависимости от условий установки. В отличие от штампованных змеевиков, трубчатые змеевики устанавливаются, большей частью, в закрытых емкостях.

Выбор конденсатоотводчика для трубчатых змеевиков

Определите расход конденсата в змеевике по одной из формул, приведенных ранее, в зависимости от имеющихся данных. Если известна производительность, т.е. расход нагреваемой среды, применяйте формулу для трубчатых теплообменников: если известны размеры змеевика, применяйте формулу для штампованных змеевиков.

Способ установки

При дренировании самотеком, на трубчатых теплообменниках, штампованных и трубчатых змеевиках конденсатоотводчик устанавливается ниже уровня змеевика. Если пар подается под регулируемым переменным давлением, установите прерыватель вакуума. Он может быть встроенным в конденсатоотводчик с закрытым поплавком и термклапаном или устанавливаться отдельно на входном патрубке конденсатоотводчика с опрокинутым поплавком. Перед конденсатоотводчиком установите колено-отстойник достаточно большого размера, чтобы он работал как накопитель. Это обеспечит надежную работу конденсатоотводчика в том случае, когда максимальный расход конденсата совпадает с минимальным перепадом давления пара.

Избегайте подъема конденсата от трубчатых теплообменников, штампованных и трубчатых змеевиков, работающих при регулируемом переменном давлении. Однако, в случае такой необходимости, рекомендуется следующее :

1. Не пытайтесь поднять конденсат как перед конденсатоотводчиком, так и после него, выше чем 1 м на каждую 0,1 бара нормального перепада давления.
2. Если подъем конденсата производится после конденсатоотводчика, предусмотрите установку дублирующего дренажа низкого давления.
3. Если подъем конденсата производится перед конденсатоотводчиком (с помощью сифона), устанавливайте автоматический дифференциальный регулятор конденсата, чтобы эффективно выводить весь пар вскипания.

Таблица 28-1. Величина коэффициента k для трубчатых змеевиков, $\text{ккал/м}^2/\text{час/}^\circ\text{C}$

Вид теплопередачи	Вид циркуляции	
	Естественная	Принудительная
От пара к воде	245-975	730-5800
Трубчатый нагреватель Ду40	875	2200
Трубчатый нагреватель Ду20	975	2450
От пара к маслу	50-150	245-730
От пара к кипящей жидкости	1450-3900	-
От пара к кипящему маслу	245-730	-

Таблица 28-2. Величина коэффициента k для штампованных змеевиков, $\text{ккал/м}^2/\text{час/}^\circ\text{C}$

Вид теплопередачи	Вид циркуляции	
	Естественная	Принудительная
От пара к водным растворам	500-975	730-1350
От пара к легким маслам	200-220	300-540
От пара к средним маслам	100-200	245-490
От пара к бункерному топливу	80-120	200-400
От пара к битуму	80-120	90-300
От пара к расплаву серы	120-170	170-220
От пара к расплаву парафина	120-170	200-250
От пара к мелассе или сиропу	100-200	345-440
От теплоносителя "Даутерм" к битуму	80-150	245-300

Рис. 28-1. Непрерывный трубчатый змеевик с сифонным дренажом

