

# Как отводить конденсат из систем распределения пара

Системы распределения пара образуют жизненно важную связь между котлами и большим количеством паропотребляющего оборудования. Они представляют собой системы, при помощи которых пар реально подается ко всем участкам производства для выполнения свойственных ему функций. Тремя главными компонентами систем распределения пара являются : паровые коллекторы котлов, главные паропроводы и трубопроводы разводки пара. Каждый из них выполняет определенные функции, присущие этой системе, и совместно с сепараторами пара и конденсатоотводчиками вносят свою лепту в эффективность использования пара.

**Колена-отстойники.** Общим для всех систем распределения пара является необходимость устройства через различные интервалы колен-отстойников. См. Рис.15-1. Они предназначаются для :

1. Стекания конденсата самотеком из пара, движущегося с высокой скоростью.
2. Накапливания конденсата до тех пор, пока перепад давления не протолкнет его через конденсатоотводчик.

## Паровые коллекторы

Паровой коллектор котла представляет собой особый вид паропровода, который может принимать пар от одного или большего количества котлов. Чаще всего он представляет собой горизонтальную трубу, которая напитывается паром сверху и, в свою очередь, питает паром главные паропроводы. Важно, чтобы этот коллектор надлежащим образом освобождался от конденсата для вывода из пара выносимых им из котла скоплений (котловой воды и твердых частиц) перед распределением пара по системе. Конденсатоотводчики, предназначенные для коллектора, должны обладать способностью выводить крупные порции выносимых паром скоплений сразу же после их образования. При выборе конденсатоотводчиков нужно принимать во внимание также и устойчивость к гидравлическому удару.

## Выбор конденсатоотводчика и коэффициента запаса для коллекторов котла.

Для конденсатоотводчиков, устанавливаемых на коллекторах котлов практически всегда рекомендуется применять коэффициент запаса 1,5:1. Требуемую пропускную способность конденсатоотводчика можно определить по формуле:

Требуемая пропускная способность = Коэффициент запаса . Присоединенная к котлу (-ам) нагрузка . ожидаемый вынос (обычно 10%)

**Пример:** какую пропускную способность должен иметь конденсатоотводчик для присоединенной нагрузки 20000 кг/час и ожидаемого выноса 10%?

Применив приведенную формулу, получим:

Требуемая пропускная способность конденсатоотводчика = 1,5 . 20000 . 0,10 = 3000кг/час.

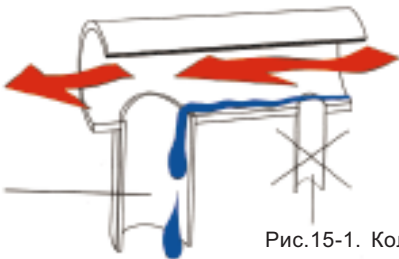


Рис.15-1. Колено отстойник с правильно подобранными размерами будет улавливать конденсат. Колено отстойник слишком малого размера может привести к эффекту "флейты", при котором падение давления вытянет конденсат из конденсатоотводчика. См. Табл.16-1.

Способность немедленно срабатывать при залповых поступлениях зарядов конденсата, отличная устойчивость к гидравлическому удару, способность справляться с загрязнениями и экономическое функционирование при очень малых нагрузках, являются теми свойствами, из за которых конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком будут наиболее подходящими для этих условий.

## Способ установки

Если поток пара через коллектор идет только в одном направлении то достаточно установить один конденсатоотводчик вблизи выхода.

При питании паром через среднюю точку (см. Рис.15-2) или при схожей организации двухстороннего потока пара, конденсатоотводчики должны устанавливаться на каждом конце коллектора.

## Главные паропроводы

Одной из самых распространенных областей применения конденсатоотводчиков является дренаж главных паропроводов. Чтобы обеспечить нормальную работу оборудования, питаемого через эти паропроводы, в них не должно быть ни воздуха, ни конденсата.

Недостаточно полный отвод конденсата из паропроводов часто приводит к гидравлическому удару и образованию зарядов конденсата, которые могут повредить регулирующие клапаны и другое оборудования.

Таблица 14-1. Рекомендуемые размеры колен-отстойников для паропроводов и трубопроводов разводки пара

D Паропровода DN	S Колена отстойника DN	Минимальная длина колена-отстойника, мм	
		Разогрев под наблюдением L	Разогрев автоматичес- кий L
15	15	250	710
20	20	250	710
25	25	250	710
50	50	250	710
80	80	250	710
100	100	250	710
150	100	250	710
200	100	300	710
250	150	380	710
300	150	460	710
350	200	535	710
400	200	610	710
450	250	685	710
500	250	760	760
600	300	915	915

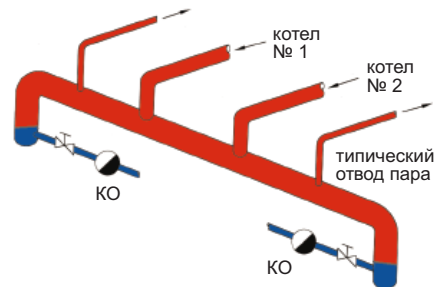


Рис. 15-2. При диаметре коллектора до 100 мм диаметр колена отстойника должен быть одинаковым с ним. При диаметре коллектора более 100 мм диаметр колена отстойника должен быть равен 0,5 диаметра коллектора, но не менее 100мм.

Имеется два общепринятых способа разогрева главных паропроводов: под наблюдением и автоматический. Разогрев под наблюдением широко применяется для первичного нагрева паропроводов большого диаметра и/или протяженности. Этот способ заключается в том, что спускные клапаны полностью открывают для свободной продувки в атмосферу до тех пор, пока в паропровод не начнет поступать пар. Клапаны не закрывают пока весь конденсат, образующийся при разогреве, или большая его часть не будет выпущена. Затем всю работу по удалению конденсата, образующегося при рабочих условиях, берут на себя конденсатоотводчики.

Разогрев главных трубопроводов на тепловых станциях во многом следует такой же технологии.

При автоматическом разогреве котел растапливается таким образом, что паропроводы и все оборудование, или отдельные его виды, постепенно набирают давление и температуру без помощи ручного управления или дополнительного наблюдения.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Независимо от способа разогрева, он должен длиться определенное время, достаточное для минимизации тепловых напряжений и предотвращения всяких повреждений системы.

#### Выбор конденсатоотводчика и коэффициента запаса для главных паропроводов

Величину расхода конденсата в изолированных или неизолированных трубопроводах при контролируемом или автоматическом разогреве можно вычислить по следующей формуле:

**Таблица 16-1.** Размеры труб для определения потерь за счет теплоизлучения

Диаметр трубы		Наружный диаметр мм	Площадь наружной поверхности м <sup>2</sup> /м	Масса Кг/м
Дюймы	мм			
1/8"	6	10,2	0,03	0,493
1/4"	8	13,5	0,04	0,769
3/8"	10	17,2	0,05	1,02
1/2"	15	21,3	0,07	1,45
3/4"	20	26,9	0,09	1,90
1"	25	33,7	0,11	2,97
1-1/4"	32	42,4	0,13	3,84
1-1/2"	40	48,3	0,15	4,43
2"	50	60,3	0,19	6,17
2-1/2"	65	76,1	0,24	7,90
3"	80	88,9	0,28	10,10
4"	100	114,3	0,36	14,40
5"	125	139,7	0,44	17,80
6"	150	165,1	0,52	21,20
8"	200	219,0	0,69	31,00
10"	250	273,0	0,86	41,60
12"	300	324,0	1,02	55,60
14"	350	335,0	1,12	68,30
16"	400	406,0	1,28	85,90
20"	500	508,0	1,60	135,00

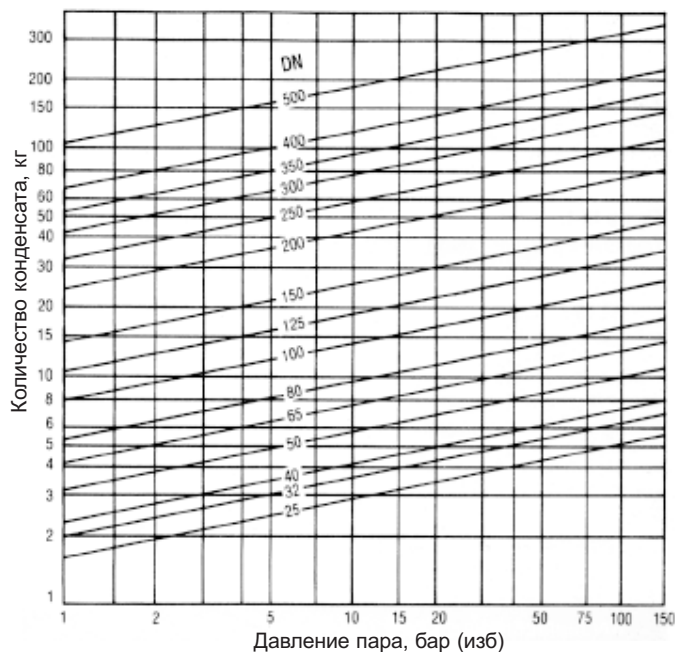
$$Q_c = \frac{W_p \cdot T_1 \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{r}$$

- $Q_c$  = количество конденсата, кг  
 $W_p$  = масса трубы, кг/м см. Табл.16-1  
 $T_1$  = общая длина паропровода, м  
 $c$  = удельная теплоемкость материала трубы ккал/кг/°С. Для стальных труб  $C = 0,125$ , для медных –  $C = 0,095$   
 $t_2$  = конечная температура, °С  
 $t_1$  = начальная температура, °С  
 $r$  = скрытая теплота парообразования, ккал/кг См. Таблицу «Свойства насыщенного пара»

**ПРИМЕЧАНИЕ :** для быстрого прикидочного расчета  $t_2$  можно принять равным 0°С, а  $r = 500$  ккал/кг.

Рис. 16-3 также можно использовать для быстрого определения расхода конденсата во время разогрева главного паропровода. Определив величину расхода, умножьте ее на коэффициент запаса 2 – рекомендуемый коэффициент запаса для всех конденсатоотводчиков, расположенных между котлом и концом паропровода.

**Рис. 16-3** Количество конденсата на 20 м трубы, нагреваемой от 0°С до температуры насыщения пара



**Таблица 16-2.** Скорость образования конденсата в паропроводах кг/час/м<sup>2</sup>

Давление пара, бар	1	2	4	8	12	16	21
Изолированная труба	1	1	1,5	1,5	2	2,5	3
Неизолированная труба	4	5	6	7	8	9	10

Для конденсатоотводчиков, устанавливаемых между котлом и концом паропровода применяется коэффициент запаса 2:1. Для конденсатоотводчиков, установленных у конца паропровода или перед регулирующими и запорными клапанами, которые часть времени находятся в закрытом положении, применяется коэффициент 3:1.

Способность выводить загрязнения, залповые заряды конденсата и противостоять гидравлическим ударам являются теми особенностями, из-за которых конденсатоотводчик с опрокинутым поплавком рекомендуется для применения в данных условиях эксплуатации.

Кроме того, если этот конденсатоотводчик случайно откажет, то, скорее всего, он останется в открытом положении.

#### Способ установки

Колена-отстойники и конденсатоотводчики применяются независимо от способа разогрева и устанавливаются в самых низких точках или в местах естественного дренажа, таких как:

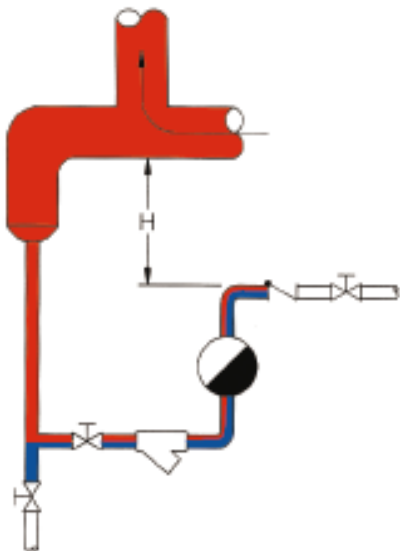
- перед восходящими стояками
- в конце главных паропроводов
- перед клапанами и регуляторами.

Там, где не имеется мест естественного дренажа, должны быть обязательно установлены колена-отстойники и дренажные конденсатоотводчики.

См. Рис.17-1, 17-2, 17-3. Они обычно устанавливаются с интервалами около 50 м но не больше 75м.

#### Главные паропроводы

Для коллектора DN<100, DN колена-отстойника должен быть равен DN коллектора. Для коллектора DN более 100, DN колена-отстойника должен быть 1/2 DN коллектора, но не менее 100 мм.



**Рис 17-2.** Установка конденсатоотводчика для дренажа колена-отстойника перед восходящим стояком. Расстояние «Н» в м должно соответствовать гидростатическому напору 1,1 бар, чтобы заставить воду проходить через конденсатоотводчик.

При разогреве под наблюдением, длина колена-отстойника должна быть не менее 1,5 диаметра паропровода, но не менее 250 мм. Колено-отстойник для систем с автоматическим разогревом должен иметь длину не менее 700 мм. И в том, и в другом случае, как это доказано на практике, диаметр колена-отстойника должен быть равен диаметру самого паропровода, если он не более 100 мм, и быть не менее 0,5 диаметра главного паропровода, но ни в коем случае менее 100 мм.

#### Трубопроводы разводки

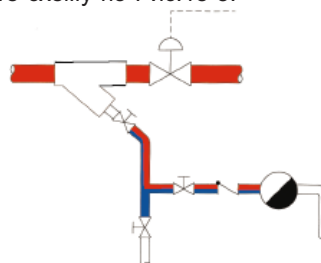
Трубопроводы разводки – это ответвления главного паропровода, подводящие пар к паропотребляющему оборудованию или к группам такого оборудования. Система этих трубопроводов должна быть спроектирована и обвязана таким образом, чтобы предотвратить скопления конденсата в любой ее точке.

#### Выбор конденсатоотводчика и коэффициент запаса для трубопроводов разводки

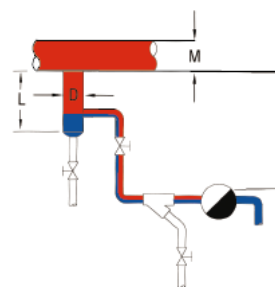
Величина расхода конденсата вычисляется по той же формуле, что и для главных паропроводов. Для трубопроводов разводки рекомендуется коэффициент запаса, равный 3:1.

#### Способ установки

Рекомендуемая схема обвязки ответвления от главного паропровода до управляющего клапана при длине ответвления до 3 м – на Рис.18-1, а при длине ответвления более 3 м – на Рис.18-2. В случае, когда управляющий клапан расположен ниже уровня главного паропровода, применяйте схему по Рис.18-3.



**Рис.17-1.** Установка конденсатоотводчика для дренажа фильтра перед клапаном регулирования давления



**Рис.17-3.** Установка конденсатоотводчика для дренажа колена-отстойника главного паропровода

Перед каждым управляющим клапаном, а также перед клапаном регулирования давления, если он имеется, должен устанавливаться полнопроходный фильтр-грязевик. Установите на нем продувочный клапан, а также, что предпочтительней, конденсатоотводчик с опрокинутым поплавком. Через несколько дней после пуска системы проверьте сетку фильтра, чтобы решить, нужна ли в этом месте очистка от загрязнений.

### Сепараторы

Сепараторы пара предназначены для отделения конденсата, образовавшегося в системе распределения пара. Чаще всего они применяются перед оборудованием, для которого требуется особо сухой пар, а также на линиях вторичного пара, в которых по самой их природе находится большое количество конденсата.

Главное значение при выборе конденсатоотводчика имеет его способность справляться с залповыми выбросами конденсата, хорошо работать на малых расходах конденсата, а также иметь хорошую устойчивость к гидравлическим ударам.

### Выбор конденсатоотводчика и коэффициента запаса для сепараторов

В зависимости от величины расхода и давления конденсата рекомендуются различные типы конденсатоотводчиков, однако во всех случаях следует применять коэффициент запаса 3:1.

Требуемая пропускная способность конденсатоотводчика определяется по формуле:

Требуемая пропускная способность, кг/час = коэф-

фициент запаса . расход пара, кг/час . ожидаемый вынос конденсата (от 1 до 20%).

Пример:

Какой типоразмер конденсатоотводчика потребуется для расхода пара 500 кг/час?

Используя формулу, получим:

Требуемая пропускная способность

= 3 . 500 . 0,10 = 150 кг/час.

Для применения на сепараторах рекомендуется конденсатоотводчик с опрокинутым поплавком и большим вентиляционным отверстием. В случае, если загрязнения и гидравлический удар не характерны для работы данного оборудования, приемлемой заменой может быть конденсатоотводчик типа F+T (с закрытым поплавком и термостатическим выпускным клапаном)

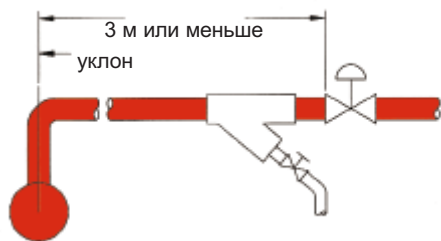
Третьим видом устройств, рекомендуемых для применения во многих подобных случаях, являются дифференциальные регуляторы конденсата. В них сочетаются лучшие свойства обоих вышеуказанных типов конденсатоотводчиков, благодаря чему они рекомендуются для больших нагрузок по конденсату, превышающих сепарационные возможности данного сепаратора.

### Способ установки

Конденсатоотводчики должны подсоединяться к дренажному патрубку сепаратора на 250-300 мм ниже его уровня, причем этот патрубок вплоть до отвода к конденсатоотводчику должен иметь постоянное сечение, равное полному сечению дренажного соединения.

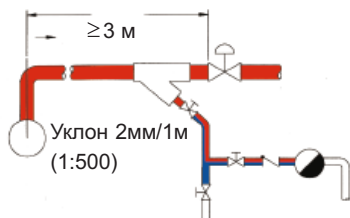
См. Рис. 18-4

Трубопроводы разводки пара

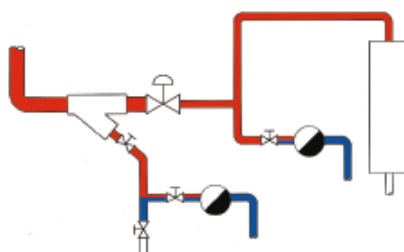


Диаметр отвода увеличить на одну ступень

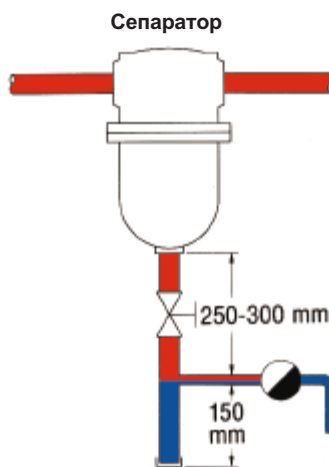
**Рис.18-1.** Обвязка отвода длиной менее 3м. Если обратный уклон в сторону коллектора питания не менее 25мм на 1м, то установка конденсатоотводчика не обязательна.



**Рис.18-2.** Обвязка отвода длиной более 3м. Перед управляющим клапаном нужно установить колено-отстойник и конденсатоотводчик. Отстойником может служить фильтр, установленный перед управляющим клапаном, если его продувочную трубку замкнуть на конденсатоотводчик с опрокинутым поплавком. Такая схема также позволит облегчить очистку фильтра. Конденсатоотводчик должен быть снабжен встроенным обратным клапаном, либо перед ним установить отдельный обратный клапан.



**Рис.18-3.** Независимо от длины отвода, колено-отстойник и конденсатоотводчик следует устанавливать перед управляющим клапаном, расположенным ниже питающего паропровода. Если змеевик находится выше управляющего клапана, то конденсатоотводчик следует установить также и со стороны выхода управляющего клапана.



Конденсатоотводчик типа IBLV или дифференц. регулятор

**Рис.18-4.** Дренаж выхода из сепаратора, обеспечивающий принудительную и быструю подачу жидкости из сепаратора к конденсатоотводчику