



Рекомендации по применению клапанов HORA
в редукционно-охладительных установках (РОУ).



Компания Holter Regelarmaturen GmbH & Co.KG, основанная в 1967 году, предлагает полный спектр арматуры для использования в промышленности, энергетике и нефтехимии. Известная также как HORA, компания разрабатывает и производит регулирующие клапаны, клапаны рециркуляции насосов, специальные клапаны для применения на электростанциях, а также электрические и пневматические приводы.

37 лет работы превратили независимую частную компанию из города Шлосс Хольте-Штукенброк, Германия, в надежного партнера для ведущих Европейских и мировых производителей энергетического и контрольно-регулирующего оборудования.

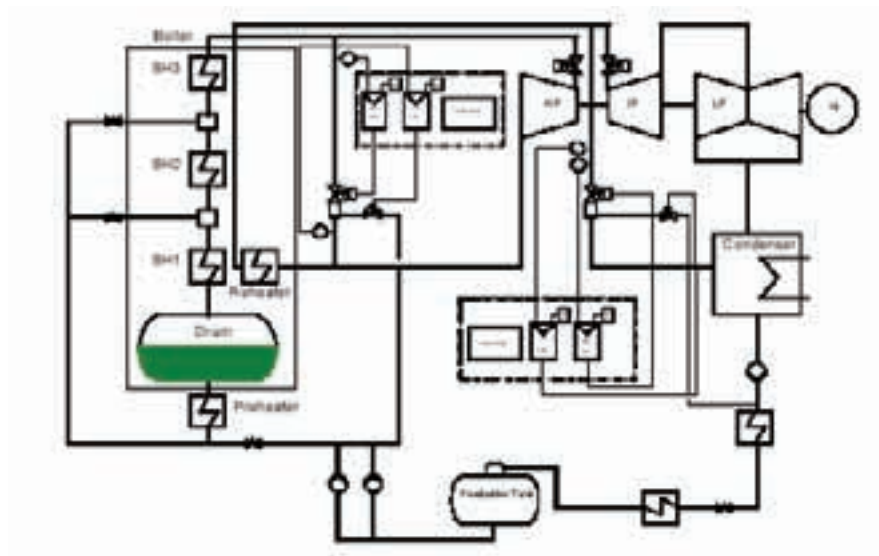
Сегодняшнее положение компании является результатом успешного сочетания стремления к инновациям и следования традициям.





Рекомендации по применению клапанов HORA в РОУ

3. Положение клапанов при монтаже
4. Подводящие трубопроводы
5. Отводящие трубопроводы
6. Трубопроводы впрыска охлаждающей воды
6. Дренаж
8. Прогрев
9. Датчик температуры
9. Управление
11. Промывка, продувка
12. Пример компоновки



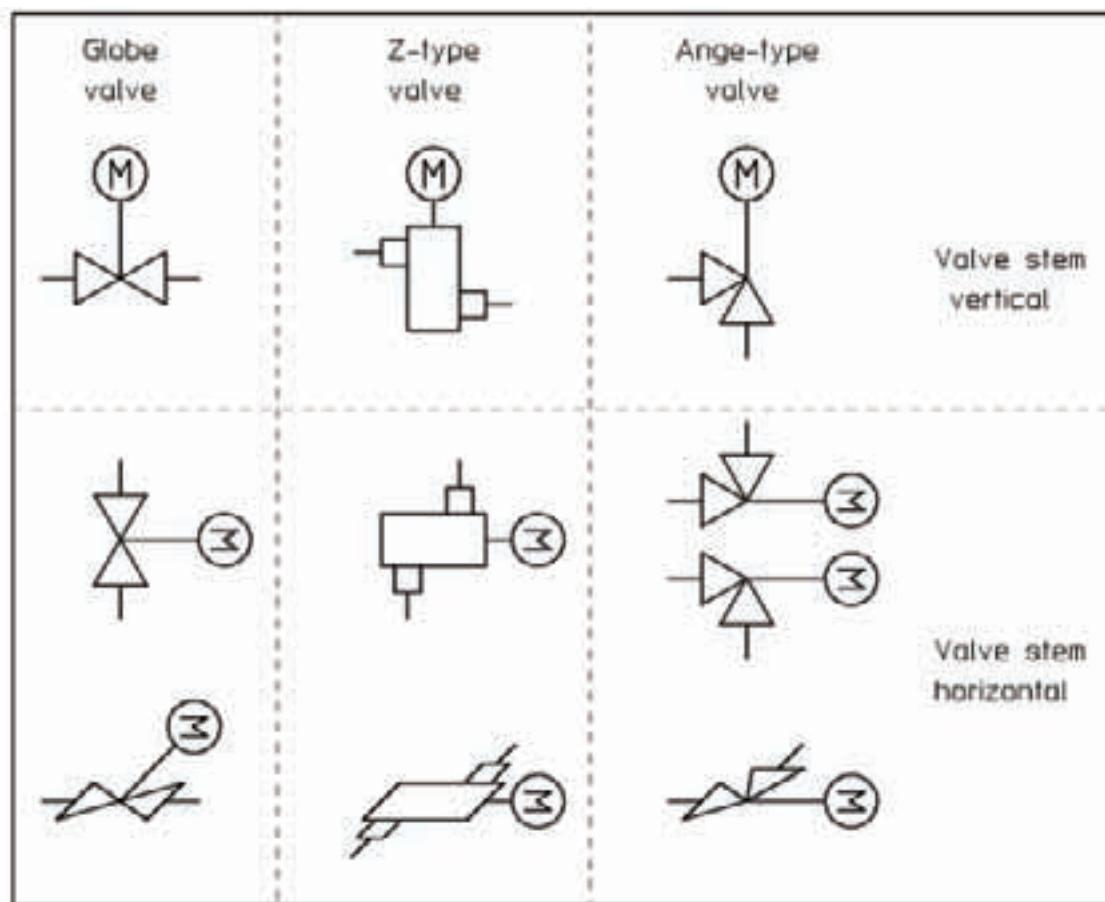
Положение клапанов при монтаже

Клапаны ПОУ компании HORA могут быть смонтированы в любом положении. Рекомендуется размещать клапаны приводом вверх для упрощения обслуживания. Специалисты компании HORA не рекомендуют размещать клапаны приводом вниз. Размещение клапанов с горизонтальным положением штока возможно. В общем случае размещение клапанов – это предмет для консультаций со специалистами компании HORA, потому что для монтажа крупногабаритных клапанов с тяжелыми приводами могут потребоваться дополнительные эластичные крепежные элементы.

Регулирующий клапан не может служить точкой опоры.

Точки опоры должны быть предусмотрены на трубопроводах.

Для сервисных работ требуется платформа и кран.



Для нормальной работы клапанов необходимо уделить большое внимание трубопроводам до и после клапана, а также линии подвода охлаждающей воды. Размещение трубопроводов и недостаток пространства означают необходимость компромиссов. В дальнейшем мы коснемся этих факторов для построения прогрессивной конструкции установки ПОУ с клапанами HORA.

Подводящие трубопроводы

Необходимо иметь прямой участок трубопровода на входе в клапан. В этом участке трубопровода не должно быть никаких других устройств; необходимо избегать Т-образных пересечений. Если запорные клапаны выше по потоку спроектированы неправильно, они сильно влияют на характеристики регулирующих клапанов из-за высоких местных скоростей и неравномерностей потока. Высокая равномерность потока приводит к минимизации вибраций и шума. Специалисты компании HORA разработали ряд мероприятий, например, втулки на входе в клапан для линеаризации потока и исключения вращающих моментов на плунжере.

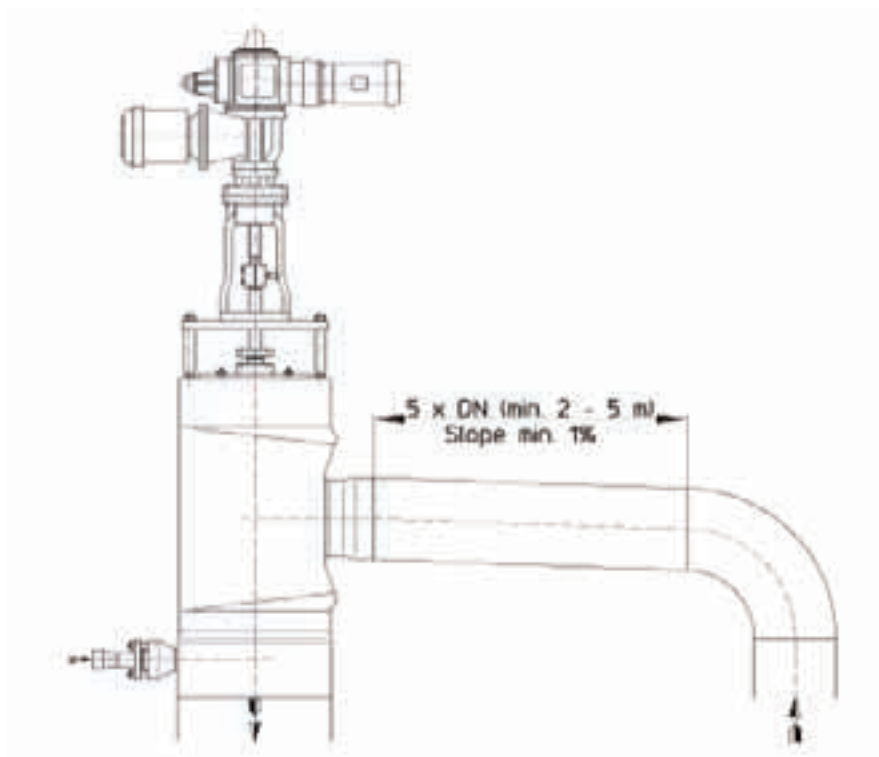
Специалисты компании HORA рекомендуют делать прямой участок трубы перед клапаном длиной ~5 номинальных диаметров подводящего трубопровода (минимум 2 – 5 м).

Если выше по потоку в трубопроводе расположены многочисленные компоненты системы, это расстояние должно быть увеличено и согласовано с компанией HORA.

Существенно важно удалять воду из системы (см. раздел о дренаже). Вода служит причиной шума и механических повреждений, а также может сделать невозможным точное измерение температуры.

Специалисты компании HORA рекомендуют обеспечивать уклон подводящего трубопровода минимум 1%.

Дренаж должен быть устроен в самой нижней точке трубопровода.



Отводящие трубопроводы

Чтобы впрыскиваемая вода испарилась, требуется некоторое расстояние. Необходимо избегать ситуаций, когда капли воды ударяют в стенку трубопровода, вызывая эрозию, а в экстремальной ситуации формируют водяной затвор.

Коленчатые участки труб могут служить для разделения воды и пара из-за разницы в плотностях.

Часто необходимо иметь минимальный размер прямого участка отводящего трубопровода за клапаном РОУ. Способы впрыска, предлагаемые специалистами компании HORA, обеспечивают быстрое дробление капель воды, однако полное испарение требует некоторого времени.

Параметр	Влияние
Диаметр водяных капель	Чем меньше размер капель, тем больше их суммарная площадь поверхности и тем лучше теплопередача и испарение
Температура охлаждающей воды	Чем выше температура воды, тем меньше время нагрева до температуры испарения – ниже сила поверхностного натяжения
Скорость пара	Чем выше скорость пара в момент соударения с каплями воды, тем быстрее происходит испарение
Температура перегрева охлажденного пара	Чем выше разница температур между паром и водой, тем меньше дистанция смешивания и испарения. Минимальная разница температур воды и насыщенного пара составляет 10 °С.

Специалисты компании HORA рекомендуют делать прямой участок трубы до первого поворота длиной ~10 номинальных диаметров (минимум 2 – 5 м). Необходимость обеспечения этой минимальной дистанции может быть причиной изменения конструкции трубопровода.

Для клапанов **РОУ ВД** (на подогреватели и т. п.) длина прямого участка может быть уменьшена, если:

- перегрев пара >100 °С
- температура впрыскиваемой воды >150 °С .

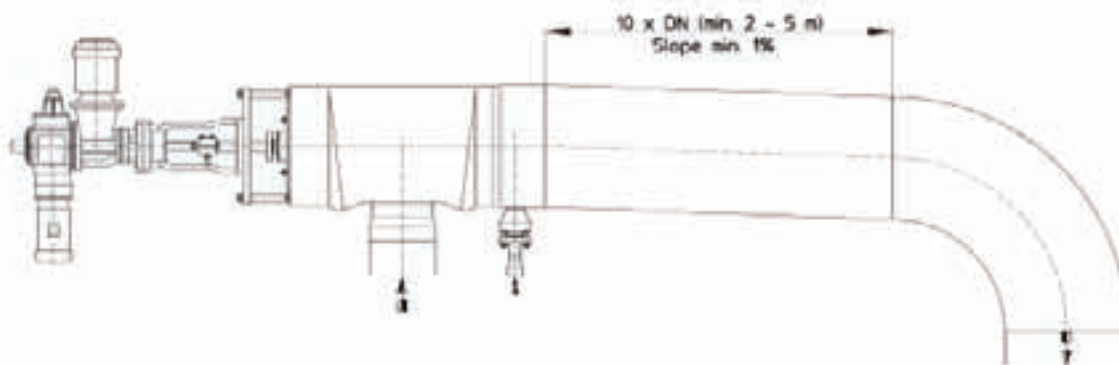
Для клапанов **РОУ НД** (на конденсатор и т.д.) длина прямого участка может быть увеличена для обеспечения полного испарения впрыскиваемой воды, если:

- перегрев пара <20 °С
- температура впрыскиваемой воды <100 °С
- соотношение вода/пар >25%

Всё, сказанное об удалении воды из подводящих трубопроводов, относится также и к отводящим трубопроводам (см. раздел о дренаже).

Специалисты компании HORA рекомендуют обеспечивать уклон отводящего трубопровода минимум 1%.

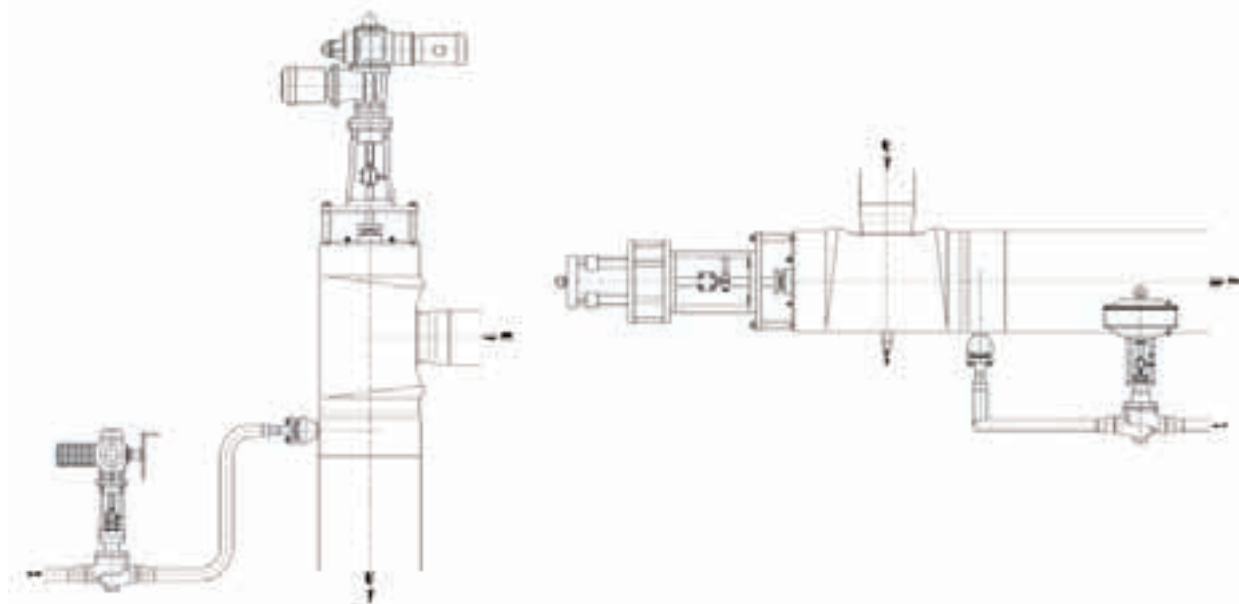
Дренаж должен быть устроен в самой нижней точке трубопровода.



Трубопроводы впрыска охлаждающей воды

Правильное размещение клапана регулирования впрыска охлаждающей воды относительно паропреобразовательного клапана является важным для нормального функционирования системы. Необходимо, чтобы трубопроводы были всегда заполнены для обеспечения немедленной подачи воды.

- Трубопровод подвода охлаждающей воды от регулирующего клапана охлаждающей воды к паропреобразовательному клапану должен быть размещен ниже точки впрыска.
- Расстояние между регулирующим клапаном охлаждающей воды и точкой впрыска должно быть минимальным и не превышать 5 м.
- Если паропреобразовательный клапан имеет более одного входа для подвода охлаждающей воды, то подводящие трубопроводы должны быть расположены симметрично. Это обеспечивает равенство расходов воды через форсунки впрыска.



Дренаж

Конденсат или неиспарившаяся вода в клапане или паровых трубопроводах представляет значительную опасность по следующим причинам:

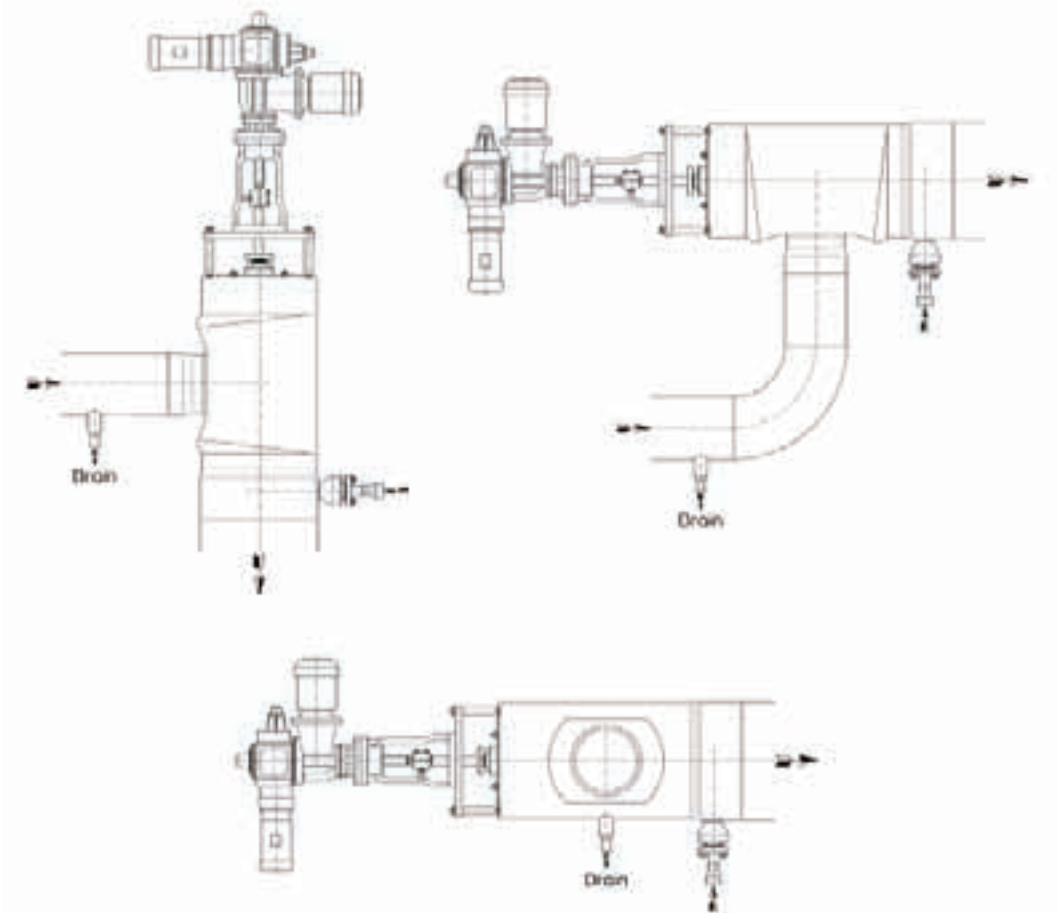
- Происходит эрозия клапанов и трубопроводов
- Увеличивается вибрация и возможен эффект «водяного молота»
- Капли воды могут повредить датчик температуры

Дренаж подводящих трубопроводов является обязательным для защиты клапанов РОУ. Дренажные штуцеры должны размещаться в самых нижних точках трубопроводов и максимально близко к клапанам. Рекомендуется избегать схем с размещением клапанов РОУ в самой нижней точке системы, где дренаж может быть переполнен. Тем не менее и в этих случаях в зависимости от уклона трубопроводов клапаны могут быть снабжены дренажными штуцерами. Дренажные штуцеры должны иметь достаточно большой диаметр.

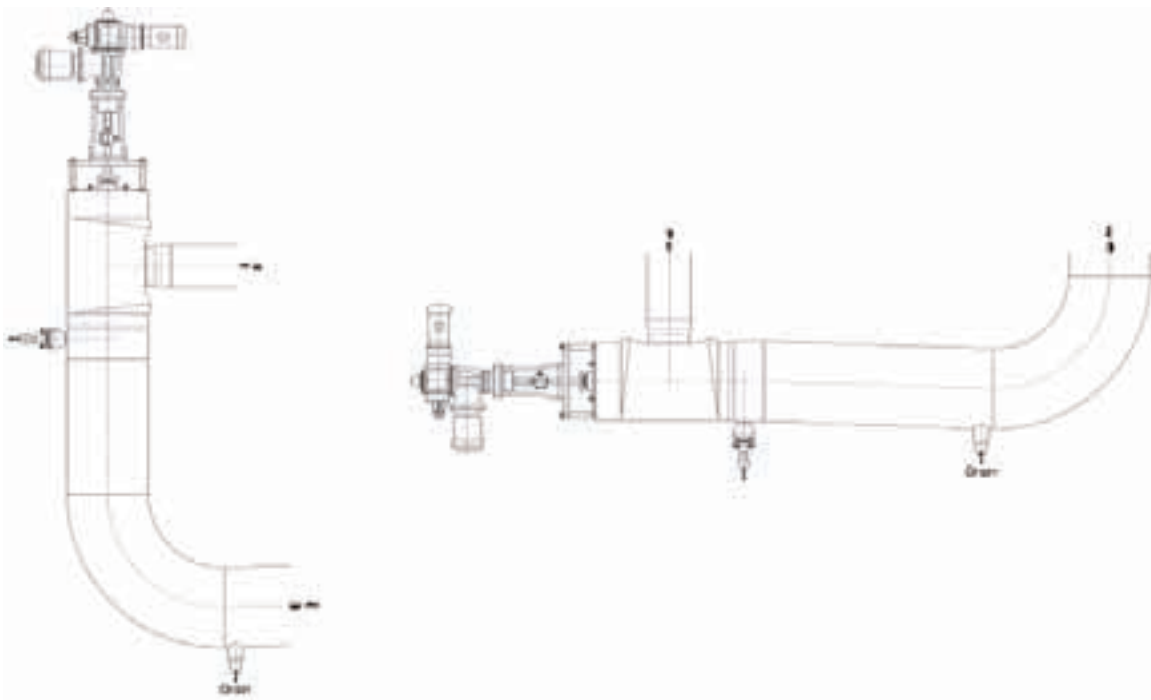
Размер дренажного штуцера зависит от конструкции клапана, расположения клапана и величины несамодренаживающихся полостей в корпусе клапана. Специалисты компании HORA могут предоставить консультации по этому вопросу.

Специалисты компании HORA рекомендуют для дренажных штуцеров подводящих трубопроводов стандартное присоединение G 1/2" с трубной резьбой.

Рекомендации по применению клапанов HORA в РОУ



Также важно осуществлять **дренаж отводящих трубопроводов**. Дренажный штуцер должен быть размещен в самой нижней части трубопровода за клапаном. Необходимо избегать схем с размещением клапанов РОУ в самой нижней точке системы, так как вода может накапливаться и причинять серьезные повреждения. Рекомендуется обеспечивать уклон отводящего трубопровода минимум 1% (см. раздел Трубопроводы).



Рекомендации по применению клапанов HORA в РОУ

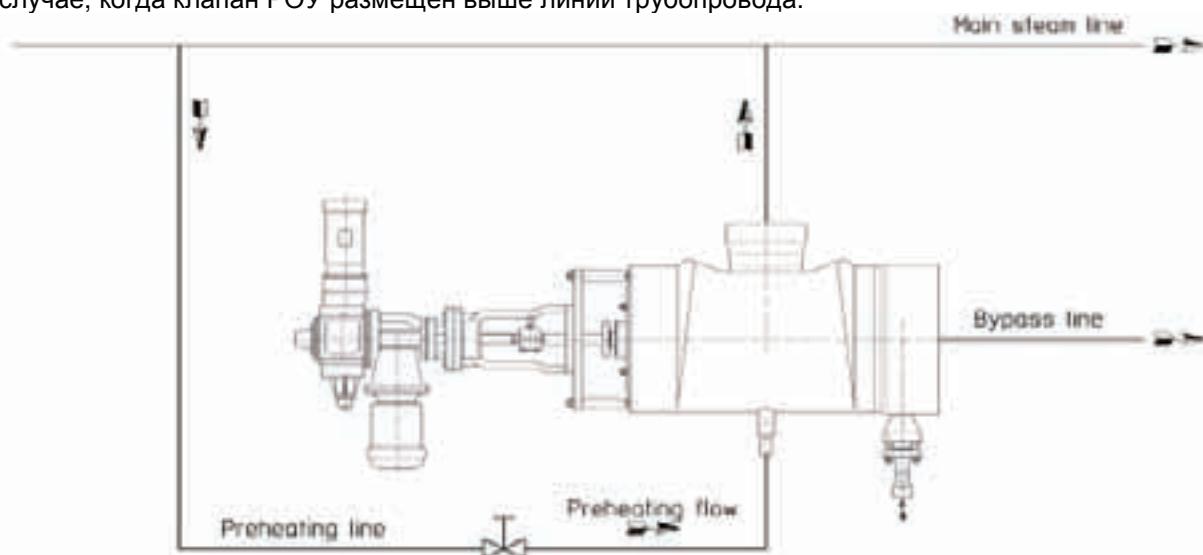
Необходимо обеспечить требуемую длину прямого участка трубопровода (см. раздел Трубопроводы) и избежать нарушения нормальной работы датчика температуры.

Специалисты компании HORA рекомендуют для стандартного дренажного присоединения рассчитывать его размер на ~10% расхода впрыскиваемой воды. Здесь учитывается не только образование конденсата, но и утечки через клапаны регулирования впрыска. Штуцер дренажа должен быть расположен на 2/3 расстояния до датчика температуры.

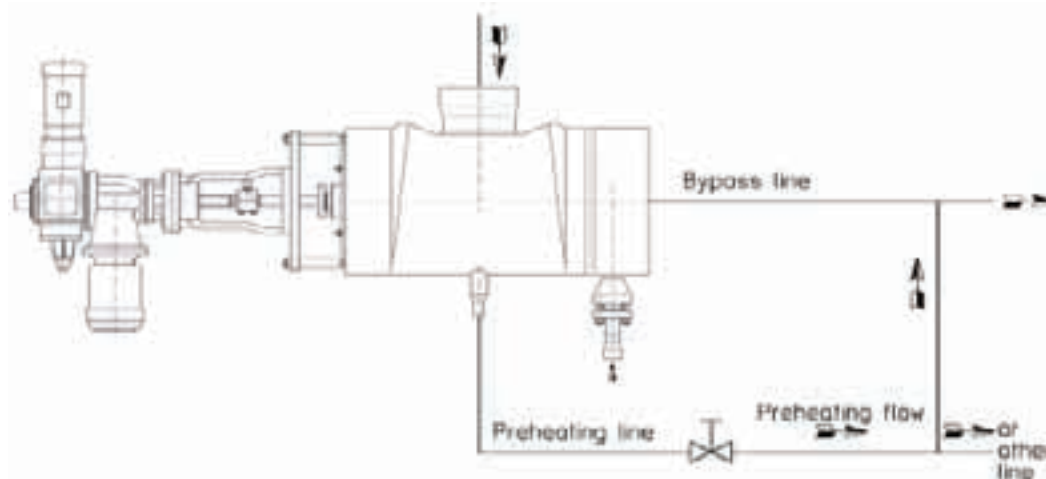
Предварительный прогрев

Предварительный прогрев клапана предотвращает образование конденсата и уменьшает риск термоудара, особенно в случаях, когда клапан РОУ большую часть времени закрыт (например, байпасный клапан). При постоянной работе клапана конденсация незначительна, а при частых открытиях и закрытиях клапана она представляет большую проблему.

Температура прогрева определяется заказчиком, однако она должна быть выше температуры насыщения пара. Предварительный прогрев подводящего трубопровода не требуется в том случае, когда клапан РОУ размещен выше линии трубопровода.



Вышеприведенное решение использует естественное падение давления в линии паропровода. Прогрев задрессельного пространства может быть осуществлен с помощью отверстия в плунжере диаметром ~10 мм для непрерывной продувки. В этом случае компания HORA комплектует свои клапаны резьбовой заглушкой для перекрытия этого отверстия при транспортировке и гидравлических испытаниях. При монтаже и вводе клапана в эксплуатацию (см. раздел Промывка и продувка) эта заглушка может заменяться проливочной заглушкой с отверстием ~ $\varnothing 1$ мм. Другим общим решением является использование байпасного клапана.

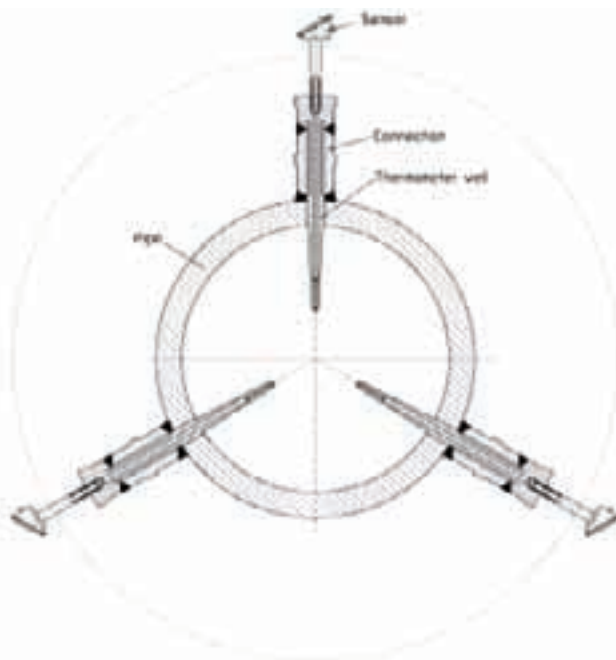


Датчик температуры

Желательно размещать датчики температуры как можно ближе к клапанам для того, чтобы уменьшить время задержки сигнала. **Расстояние зависит от величины перегрева: чем выше температура, тем меньше расстояние.**

Температурные датчики размещаются за клапаном в прямом участке трубопровода на расстоянии не менее $10 \times DN$ трубопровода (мин. 5 м). В случае, если трубопровод расположен горизонтально, датчики должны быть смещены на $\sim 30^\circ$ от горизонтальной плоскости.

В общем случае рекомендуется применение 3-х датчиков с высокой степенью точности.



Для клапанов **РОУ ВД** (на подогреватели и т. п.) расстояние до датчиков может быть уменьшено, если:

- перегрев пара $>100^\circ\text{C}$
- температура впрыскиваемой воды $>150^\circ\text{C}$.

Для клапанов **РОУ НД** (на конденсатор и т.д.) расстояние до датчиков может быть увеличено, если:

- перегрев пара $<20^\circ\text{C}$
- температура впрыскиваемой воды $<100^\circ\text{C}$
- соотношение вода/пар $>25\%$

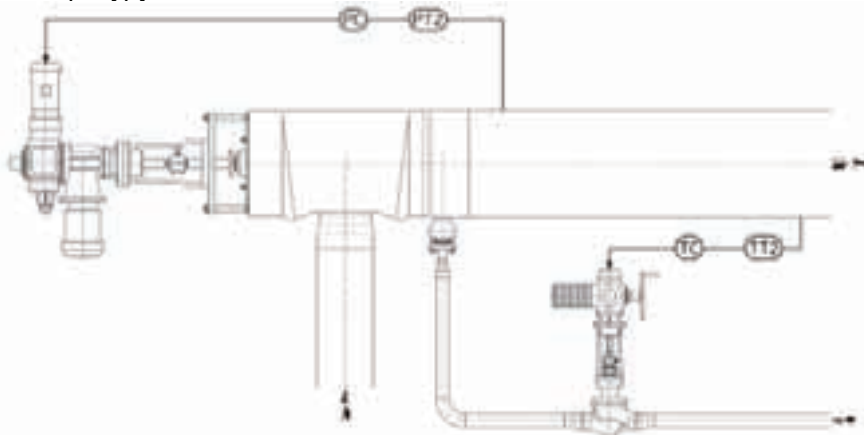
В этом случае рекомендуется система управления с прямой связью (см. раздел Управление).

Управление

Тип системы управления определяется назначением установки и выбирается совместно с конечным заказчиком и поставщиками автоматики. Клапаны РОУ регулируют и давление, и температуру пара. Контроллеры давления и температуры выдают управляющие сигналы на регулирующие клапаны. Система регулирования давления является замкнутой системой с обратной связью и очень проста.

Система регулирования впрыска охлаждающей воды может быть реализована либо на принципе контроля температуры, либо как система с прямой связью, основанная на расчете теплового баланса. В обеих системах необходимо предусмотреть блокировку: сначала должен открываться паровой клапан, а затем клапан регулирования впрыска охлаждающей воды; закрываться должен сначала клапан регулирования впрыска охлаждающей воды, а затем паровой клапан.

Метод контроля температуры требует, чтобы было обеспечено определенное расстояние между точкой впрыска воды и температурным датчиком. Контроллер температуры отслеживает температуру пара за клапаном и управляет расходом охлаждающей воды так, чтобы температура пара была равна заданной. Так как для измерения температуры пара он должен быть абсолютно «сухим», вся вода должна испариться. Заданная температура пара должна превышать температуру насыщения не менее чем на 8 °С .



Замкнутая система регулирования температуры пара применяется только в случае, когда температура пара на выходе может быть измерена и использована для организации обратной связи.

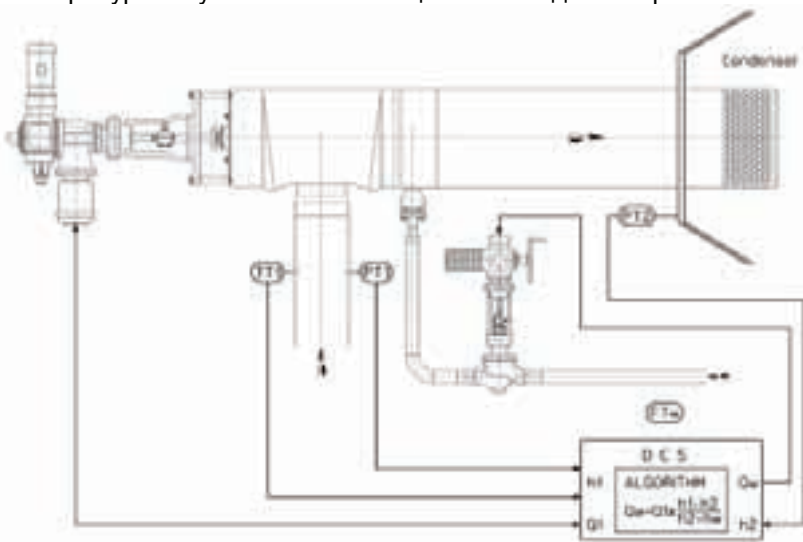
Система регулирования с прямой связью может быть легко интегрирована в РСУ. Она работает быстрее, «до события», и позволяет избежать впрыска нерасчетного количества воды. С этой системой может быть достигнуто более низкое значение энтальпии пара на выходе. Она используется для байпасных клапанов НД в комбинации со сбросными трубопроводами или в случаях малого расстояния между клапанами РОУ и конденсатором.

При этом методе исходными параметрами являются температура, давление и расход пара на входе в клапан, давление пара на выходе или в конденсаторе и энтальпия воды (температура охлаждающей воды). Алгоритм включает в себя значения теплофизических свойств пара и рассчитывает необходимый расход охлаждающей воды.

$$Q_{\text{воды}} = Q_{\text{пара}} \times \left(\frac{h_{\text{пара на входе}} - h_{\text{пара на выходе}}}{h_{\text{пара на выходе}} - h_{\text{воды}}} \right)$$

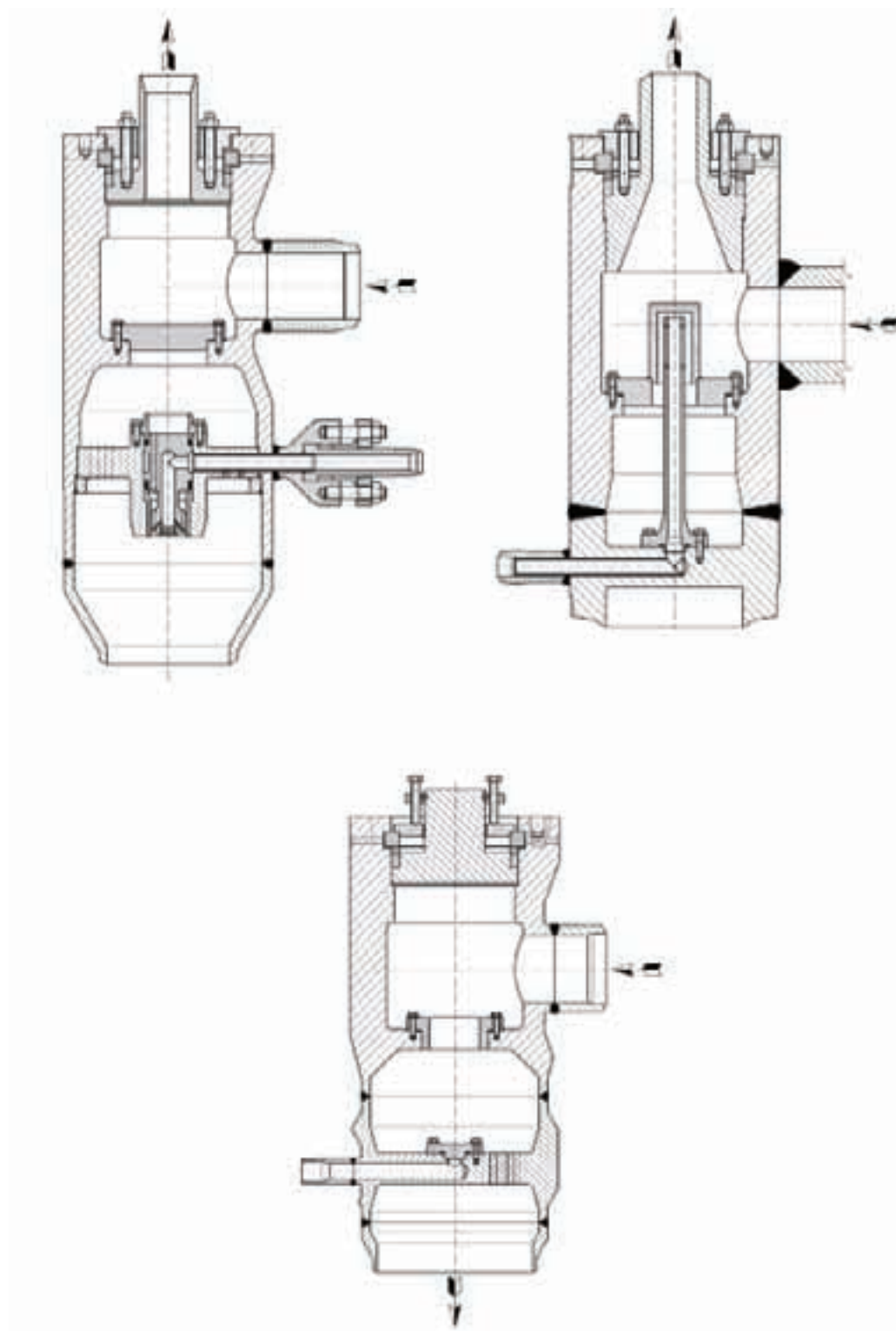
Действительный расход воды измеряется расходомером. Отклонение значения действительного расхода воды от рассчитанного преобразуется в аналоговый сигнал управления и подается на регулирующий клапан впрыска.

Для байпасных систем энтальпия потока на выходе является компромиссом между достигаемой температурой и условиями насыщения в конденсаторе.



Промывка, продувка

В новых трубопроводах могут содержаться посторонние включения, такие как окалина после сварки или ржавчина. Они должны быть удалены раствором кислоты или продувкой паром. Для того, чтобы при этом не причинить повреждений внутренним деталям клапанов, применяются различные защитные устройства.



Пример компоновки РОУ

