Р У К О В О Д Я Щ И Й  Д О К У М Е Н Т

# КЛАПАНЫ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ

Выбор, установка и расчет

РД 51-0220570-2-93

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

# Р У К О В О Д Я Щ И Й  Д О К У М Е Н Т

КЛАПАНЫ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ

РД 51-0220570-2-93

Выбор, установка и расчет

Дата введения 01.09.93

Руководящий документ распространяется на клапаны предохранительные для сосудов и аппаратов (в дальнейшем сосудов), трубопроводов, предназначенных для работы в нефтяной и газовой промышленности.

Руководящий документ устанавливает требования к выбору, установке и расчету предохранительных клапанов.

Руководящий документ разработан с учетом требований "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР 27.11.87г., ГОСТ 12.2.085-82"Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные", ГОСТ 14249-89 "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность".

# I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Предохранительные клапаны предназначены для защиты сосудов и трубопроводов от аварийного повышения давления сверх допустимой величины.

I.2. Защите предохранительными клапанами подлежат сосуды и трубопроводы, в которых возможно повышение давления от питающего источника, от химической реакции, от обогрева подогревателя, от солнечной радиации, в случае возникновения пожара рядом с сосудом или трубопроводом.

I.3. Предохранительные клапаны не могут быть использованы для регулирования давления в сосудах или в группе сосудов.

## 2. РАБОЧЕЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ, РАСЧЕТНОЕ, РАЗРЕШЕННОЕ ДАВЛЕНИЕ, ДАВЛЕНИЕ НАСТРОЙКИ И ДАВЛЕНИЕ ПОЛНОГО ОТКРЫТИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

2.1. В настоящем руководящем документе принята следующая терминология давлений:

2.1.1. Рабочее давление, Р, - максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса*), без учета гидростатического давления среды и без учета допустимого кратковременного повышения давления во время действия предохранительного клапана или других предохранительных устройств.

*)Под нормальным протеканием рабочего процесса следует понимать условия (давление, температуру и др.), при сочетании которых обеспечивается безопасная работа сосуда.

2.1.2. Технологическое давление, Рт, - избыточное давление в сосуде,при котором осуществляется технологический процесс. Это давление принимается по верхней величине заданного диапазона давлений проведения технологического процесса. Технологическое давление не должно превышать рабочее давление. Оно, как правило, поддерживается ниже уровня, на который настроены предохранительные клапаны, с целью предотвращения частого их срабатывания.

2.1.3. Расчетное давление, Рр, - давление в рабочих условиях, при котором производится расчет на прочность сосудов или трубопроводов.

2.1.4. Давление полного открытия предохранительного клапана, $P_1$, - избыточное давление на входе в клапан, при котором достигается его требуемая пропускная способность.

2.1.5. Давление настройки предохранительного клапана, Рн, - наибольшее избыточное давление на входе в клапан, при котором обеспечивается заданная герметичность в затворе.

2.1.6. Противодавление, $P_2$, - максимальное избыточное давление за предохранительным клапаном.

2.1.7. Разрешенное давление, Рраз, - рабочее давление, которое определяется по результатам обследования сосуда. Для вновь проектируемых сосудов разрешенное давление принимается равным рабочему давлению.

2.2. Для сосудов, работающих под избыточным внутренним давлением, рабочее давление определяется следующим образом:

2.2.1. Для сосудов с технологическим давлением ниже или равным 0,05 МПа принимается равным 0,06 МПа.

2.2.2. Для сосудов с технологическим давлением от 0,05 до 0,07 МПа включительно принимается равным 0,1 МПа.

2.2.3. Для сосудов с технологическим давлением выше 0,07 МПа, предназначенных для пожаровзрывоопасных веществ и веществ I и 2 классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76, величина рабочего давления должна приниматься на 10%, но не менее чем на 0,2 МПа выше технологического давления.

В технически обоснованных случаях рабочее давление для этих сред может быть увеличено согласно действующим отраслевым нормам, что оговаривается при осуществлении разработки техдокументации или освидетельствования сосуда.

2.2.4. Для сосудов с технологическим давлением выше 0,07 МПа, не содержащих пожаровзрывоопасные вещества и вещества I и 2 классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76, величина рабочего давления должна приниматься на 10%, но не менее чем на 0,1 МПа выше технологического давления.

2.2.5. Для сосудов, предназначенных для применения в холодильных установках, рабочее давление во всех случаях должно приниматься:

- для этана - не менее 2 МПа;
- для пропана:

на всасывающей линии - не менее 1,6 МПа;

на нагнетательной линии - не менее 2,0 МПа.

Для смеси углеводородов $C_3$, $C_4$, $C_5$ рабочее давление следует принимать равным упругости паров с учетом состава смеси. Если разница между упругостью паров и технологическим давлением меньше указанной в п. 2.2.3, то рабочее давление следует принимать в соответствии с п.2.2.3.

2.3. Рабочее давление для сосудов, работающих под вакуумом, принимается по максимальному вакууму.

2.4. Давление настройки предохранительных клапанов при направлении сбросов в систему без противодавления для сосудов с избыточным внутренним давлением принимается равным рабочему давлению, а для сосудов, работающих под вакуумом, -

равным 0,1 МПа.

2.5. Давление настройки предохранительных клапанов при направлении сбросов в систему с противодавлением принимается меньше указанных в п. 2.2 на величину $P_2$.

2.6. Давление полного открытия для клапанов, приведенных в табл. 1 приложения, должно быть не выше:

2.6.1. При рабочем давлении от 0,06 до 0,3 МПа

$$P_1 = P + 0,05$$

2.6.2. При рабочем давлении от 0,3 до 6,0 МПа

$$P_1 = 1,15 \cdot P$$

2.6.3. При рабочем давлении свыше 6,0 МПа

$$P_1 = 1,1 \cdot P$$

2.7. Расчетное давление Рр определяется следующим образом:

2.7.1. При рабочем давлении от 0,06 до 0,3 МПа

$$Pp = 0,9P + 0,045$$

2.7.2. При рабочем давлении от 0,3 до 6,0 МПа

$$Pp = 1,035P$$

2.7.3. При рабочем давлении свыше 6,0 МПа

$$Pp = P$$

## 3. ВЫБОР ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

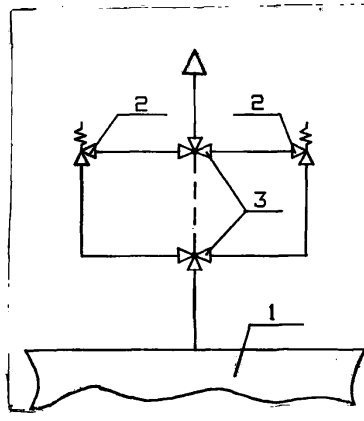
3.1. Количество предохранительных клапанов и их пропускная способность должны быть выбраны по расчету в соответствии с разделом 5 данного РД и ГОСТ 12.2.085-82.

3.2. Для пожаровзрывоопасных веществ и веществ 1 и 2 классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76 следует предусматривать систему предохранительных клапанов, состоящую из рабочего и резервного клапанов, независимо от сроков ревизии предохранительных клапанов.

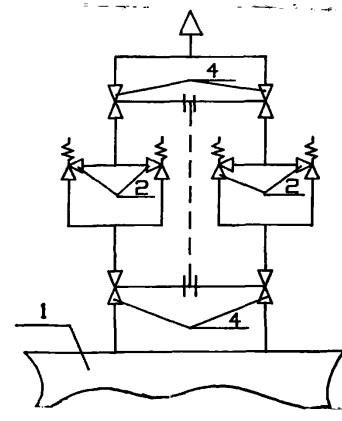
3.3. Рабочий и резервный предохранительные клапаны должны иметь равную пропускную способность, обеспечивающую полную защиту сосуда от превышения давления выше допустимого. Для обеспечения ревизии и ремонта предохранительных клапанов до и после резервного и рабочего клапанов устанавливается отключающая арматура с блокировочным устройством, исключающим возможность одновременного закрытия запорной арматуры на рабочем и резервном клапанах (см. черт. 1 и 2).

В технически обоснованных случаях допускается установка группы рабочих и резервных клапанов, при этом количество клапанов в группе должно быть минимальным и рассматривается индивидуально в каждом конкретном случае.

Резервный предохранительный клапан должен быть в исправном состоянии, готовым к немедленному включению.




Черт.1




Черт.2

1 - защищаемый сосуд (трубопровод); 2 - клапан предохранительный; 3 - кран трехходовой; 4 - вентиль (кран).

3.4. Для защиты сосудов и трубопроводов следует применять пружинные и импульсные предохранительные клапаны.

Площади проходных сечений седел пружинных предохранительных клапанов приведены в приложении.

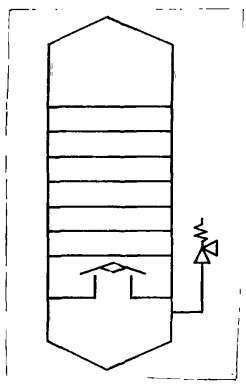
## 4. УСТАНОВКА И ОБВЯЗКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

4.1. Предохранительные клапаны должны быть размещены в местах, доступных для их обслуживания, монтажа и демонтажа.

4.2. Предохранительные клапаны на вертикальных сосудах следует, как правило, устанавливать на верхнем днище, а на горизонтальных сосудах и трубопроводах - на верхней образующей цилиндра, т.е. в зоне газовой (паровой) фазы.

4.3. Предохранительные клапаны должны устанавливаться на сосудах, трубопроводах в местах, исключающих образование гидравлических "мешков" и застойных зон.

4.4. На аппаратах колонного типа с большим числом тарелок (40 и более), при возможности резкого увеличения их сопротивления за счет нарушения технологического режима, что может привести к значительной разности между давлениями в кубовой и верхней частях аппарата, предохранительные клапаны следует устанавливать в кубовой части колонны (в зоне паровой фазы куба) согласно черт. 3.



Черт. 3

4.5. В ректификационных аппаратах с выносными кипятильниками предохранительные клапаны должны устанавливаться преимущественно на колоннах.

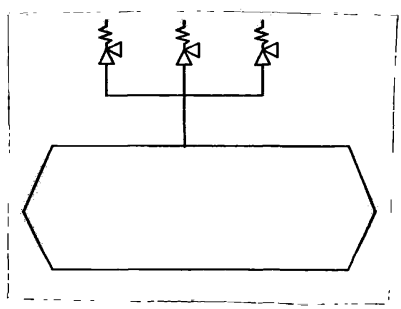
В аппаратах с отключаемыми от колонны рабочими и резервными кипятильниками предохранительные клапаны должны устанавливаться также и на кипятильниках.

4.6. Если предохранительный клапан по конструктивным соображениям нельзя разместить на верхнем днище колонны, то допускается устанавливать его на шлемовой трубе (при условии соблюдения требований, изложенных в пунктах 4.1 и 4.3 настоящего стандарта).

4.7. Предохранительные клапаны должны устанавливаться на патрубках или трубопроводах, непосредственно присоединенных к сосуду.

Присоединительные трубопроводы предохранительных клапанов должны быть защищены от замерзания в них рабочей среды.

При установке на одном патрубке (трубопроводе) нескольких предохранительных клапанов площадь поперечного сечения патрубка (трубопровода) должна быть не менее 1,25 суммарной площади сечения клапанов, установленных на нем (черт. 4).



Черт. 4

При определении сечения присоединительных трубопроводов длиной более 1000 мм необходимо также учитывать величину их сопротивлений.

Величина падения давления перед клапаном в подводящем трубопроводе при максимальной пропускной способности не должна превышать 3% от Рн.

Отбор рабочей среды из патрубков (и на участках присоединительных трубопроводов от сосуда до клапанов), на которых установлены предохранительные клапаны, не допускается.

4.8. Если разрешенное давление сосуда равно или больше давления питающего источника и в сосуде исключена возможность повышения давления от химической реакции или обогрева, то установка на нем предохранительного клапана и манометра не обязательна.

4.9. Если разрешенное давление сосуда, полностью заполненного жидкостью, равно или больше давления питающего источника, то установка предохранительного устройства на нем обязательна в случае возможности повышения давления за счет теплового расширения жидкости от солнечной радиации.

4.I0. Сосуд, рассчитанный на давление меньше давления питающего его источника, должен иметь на подводящем трубопроводе автоматическое редуцирующее устройство с манометром и предохранительным клапаном, установленными на стороне меньшего давления после редуцирующего устройства.

В случае установки обводной линии (байпаса) она также должна быть оснащена редуцирующим устройством.

4.II. Для группы сосудов, работающих при одном и том же давлении, допускается установка одного редуцирующего устройства с манометром и предохранительным клапаном на общем подводящем трубопроводе до первого ответвления к одному из сосудов.

В этом случае установка предохранительных клапанов на самих сосудах не обязательна, если в них исключена возможность повышения давления.

4.I2. В случае, когда автоматическое редуцирующее устройство вследствие физических свойств рабочей среды не может надежно работать, допускается установка регулятора расхода. При этом должна предусматриваться защита от повышения давления.

4.I3. Установочное положение предохранительных клапанов должно соответствовать указаниям документации на соответствующие клапаны.

4.I4. Диаметр штуцера, предназначенного для установки предохранительного клапана, должен быть не менее диаметра входного патрубка предохранительного клапана.

4.15. Установка арматуры между сосудом и предохранительным клапаном, а также за предохранительным клапаном, не допускается, за исключением случаев, предусмотренных п. 3.3.

4.16. Конструкция пружинного клапана должна предусматривать устройство для проверки исправности действия клапана в рабочем состоянии путем принудительного открывания его во время работы.

Допускается установка предохранительных клапанов без приспособления для принудительного открывания, если последнее нежелательно по свойствам среды (взрывоопасная, горючая, а также вещества 1 и 2 классов опасности) или по условиям технологического процесса. В этом случае проверка срабатывания клапанов должна осуществляться на стендах. Периодичность этой проверки устанавливается главным инженером предприятия, исходя из обеспечения надежности срабатывания клапанов между их проверками.

4.17. Сбросы газов и паров от предохранительных клапанов, установленных на сосудах с пожаровзрывоопасными средами, где при сбросах возможен унос жидкости, следует направлять в закрытую систему (сепаратор, дренажную емкость и т.п.) и далее на факел.

Если унос жидкости с парами или газами исключается, то сбросы от предохранительных клапанов следует направлять на факел.

4.18. Запрещается направлять в факельную систему:

- продукты, склонные к самовозгоранию;
- продукты, склонные к разложению с выделением тепла;
- окислители;
- продукты, способные вступать в реакцию с другими веществами, которые могут направляться в факельную систему;
- воздух;
- продукты, содержащие кислые или щелочные агрессивные примеси.

Примечание. Коррозионноопасные газы и пары должны сбрасываться в специальную факельную систему, выполненную из

соответствующего материала.

4.19.Во всех случаях, когда это возможно по условиям технологического процесса, сбросы от предохранительных клапанов, установленных на сосудах с пожаровзрывоопасными средами, рекомендуется направлять в сосуды этой же системы, но работающие под меньшим рабочим давлением и снабженные предохранительными клапанами.

4.20. Сброс газов и паров от предохранительных клапанов, установленных на складских емкостях товарно-сырьевых и промежуточных складов для хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ) и ЛВЖ под давлением, направлять на факельную систему установки или отдельную факельную систему.

При этом на складских емкостях должны быть установлены рабочие и резервные клапаны.

4.21. Трубопроводы большой протяженности (например, на эстакадах материалопроводов), полностью заполненные СУГ с температурой перекачиваемой среды ниже 50°С, имеющие отключающую арматуру на концевых участках, в которых возможно превышение давления за счет теплового расширения находящейся в них жидкости от солнечной радиации или обогрева, должны быть защищены перепускными клапанами. Трубопроводы с горючими жидкостями и ЛВЖ подлежат такой защите только при наличии на них обогревающих спутников.

Сбросы от перепускных предохранительных клапанов, как правило, следует направлять в жидкостной трубопровод этой же системы, связанный с емкостным аппаратом, имеющим паровую фазу над жидкостью.

4.22. Непосредственно в атмосферу следует направлять сбросы газов и паров от предохранительных клапанов, установленных на сосудах и аппаратах с невзрывоопасными и невредными веществами (сжатый воздух, инертный газ, водяной пар и т.п.)

4.23. При направлении выбросов в атмосферу допускается установка между сосудом (аппаратом) и предохранительными клапанами трехходового переключающего крана или вентиля при обязательном условии, что переключающий кран или вентиль монтируется на штуцере или трубопроводе, соединяющем сосуд с двумя предохранительными клапанами, и что при любом положении пробки крана или золотника вентиля с сосудом будут соединены

оба или один из двух предохранительных клапанов.

4.24. В обоснованных случаях, при проектировании и технической невозможности выполнения требований по сбросу в закрытую систему или факельную систему, допускается выполнять эти сбросы на "свечу" в атмосферу.

4.25. Допускается сброс от предохранительных клапанов легких (плотностью менее 0,8 по воздуху) углеводородных газов, не содержащих сероводород, с температурой ниже минус 30°С направлять непосредственно в атмосферу.

4.26. Сбросные трубы в атмосферу от предохранительных клапанов с пожароопасными веществами и веществами I и 2 классов опасности по ГОСТ I2.I.007-76 должны выводиться на высоту, определяемую расчетом на рассеивание выбросов, но не менее 5м от наиболее высокой точки здания или обслуживающих площадок аппаратов наружной установки и размещаться по периметру в безопасном месте на максимально возможном расстоянии от воздухозаборных труб вентсистем, 30 м от вспомогательных помещений, а также с учетом ветров преимущественного направления, и должны находиться в зоне грозозащиты.

4.27. Сбросные трубы от предохранительных клапанов, установленные на водяном паре, сжатом воздухе, азоте, допускается располагать на любой высоте, обеспечивающей безопасность обслуживающего персонала.

4.28. Сбросы жидкостей от предохранительных клапанов, установленных на жидкостных трубопроводах или сосудах, полностью заполненных жидкостью, рекомендуется направлять в сосуды той же системы, но работающие под меньшими рабочими давлениями и снабженные предохранительными клапанами, установленными на этих сосудах в зоне паровой (газовой) фазы.

4.29. Диаметр сбросного трубопровода после предохранительного клапана должен быть не менее выходного патрубка клапана. В случае объединения сбросных труб от нескольких предохранительных клапанов, установленных на одном сосуде (аппарате) и рассчитанных на одновременную параллельную работу, площадь сечения сбросного коллектора должна приниматься не менее суммы площадей выходных патрубков этих клапанов, т.е.

$$F = \Sigma f, \quad мм^2,$$

где: $F$ - сечение объединенного коллектора, $мм^2$,

$f$ - сечение выхлопного патрубка клапана, $мм^2$.

4.30. Сбросные трубы от рабочих предохранительных клапанов, установленных на аппаратах с нейтральными средами,не допускается объединять с выхлопными трубами от предохрани - тельных клапанов, установленных на системах, содержащих вредные вещества или вещества, образующие реакционные смеси.

4.3I. При разработке сбросных трубопроводов от предохранительных клапанов следует учитывать, что:

- при сбросах в атмосферу через стояки сопротивление сбросного трубопровода должно быть минимальным и, во всяком случае, не превышать 5% от давления настройки клапана. При этом расчет следует производить по максимальному выбросу от одного предохранительного клапана или группы клапанов, если они установлены на одном аппарате;

- при сбросах в закрытую систему давление в сбросном трубопроводе должно быть практически постоянным; колебание давления в аппарате, куда направляется сброс, допускается в пределах минус I0% плюс 5% от давления в закрытой системе.

4.32. Сбросные трубы от каждого предохранительного клапана до коллектора, к которому они подключаются, при необходимости, должны быть теплоизолированы и обогреты, чтобы избежать конденсации, кристаллизации, застывания и забивания проходного сечения, в зависимости от химического состава, физических свойств и температуры сбрасываемого продукта.

Стояки, отводящие сбросы от предохранительных клапанов в атмосферу, также при необходимости должны обогреваться и теплоизолироваться.

4.33. В целях предотвращения замерзания влаги, конструкция выхлопного стояка от предохранительных клапанов в атмосферу должна исключать возможность попадания в него атмосферных осадков и воздействия реактивных сил при срабатывании клапана.

Врезку сбросных трубопроводов от предохранительных клапанов в коллектор следует предусматривать сверху.

Гидравлические мешки на этих трубопроводах не допуска - ются.

4.34. Крепления подводящих и отводящих трубопроводов предохранительных клапанов должны быть рассчитаны с учетом статических нагрузок и динамических воздействий, возникающих при срабатывании предохранительного клапана.

4.35. Отводящие трубопроводы предохранительных клапанов в местах возможного скопления конденсата должны быть оборудованы дренажными отверстиями диаметром 20-50 мм с трубопроводом для отвода жидкости без установки на нем запорной арматуры. Среда, выходящая из предохранительных клапанов и дренажного устройства, должна отводиться в безопасное место.

## 5. РАСЧЕТ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

5.I. Задачей расчета предохранительных клапанов является определение пропускной способности, типа и количества клапанов, подбор пружины к ним, динамических усилий, возникающих при срабатывании предохранительного клапана.

5.2. Необходимыми исходными данными для расчета предохранительных клапанов при выполнении проектов отдельных аппаратов являются:

- место установки предохранительного клапана;
- требуемая пропускная способность клапана, $G$, кг/ч;
- избыточное технологическое давление в сосуде или трубопроводе, $P_T$, МПа;
- расчетное давление, Рр, МПа;
- температура среды перед клапаном, $T_I$, К;
- максимальное избыточное давление за предохранительным клапаном, $P_2$, МПа;
- фазовое состояние среды;
- состав среды, сбрасываемой через клапан, % мол. или % мас .

5.3. Для сосудов, разрабатываемых на условное давление по ГОСТ 9493-80, пропускная способность, количество и тип предохранительных клапанов выбираются на условия расчета клапанов на наихудшие условия по пределам применения сосуда.

5.4. Требуемая пропускная способность предохранительного клапана определяется из следующих условий:

5.4.I. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на технологических емкостях, сепараторах, дегазаторах, абсорберах, адсорберах, разделителях и т.п. - из условия подачи в сосуд среды при закрытых выходах из него принимается

по максимально заданной производительности;

5.4.2. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на ректификационных колоннах, - из условия сброса клапаном всего количества паров, поступающих и образовавшихся в сосуде при закрытии выхода вверху колонны, а именно:

$$G = \frac{3600\left[Q^{н}_{кип.} + Q^{ав.}_{пит.} - \left(\Sigma Q^{н}_{ор.} - Q^{н}_{ор.макс.}\right)\right] - \Sigma G^{н}_{отб.} \cdot i^{ж.ав.}_{отб.} - Д \cdot i^{ав.,ж.ав.}_{в} - W^{ав.,ж.ав.} \cdot i_{w}}{i^{п.ав.}_{в} - i^{ж.ав.}_{в}} + G_{в.п.}, \text{ кг/ч}$$

где: $Q^{н}_{кип.}$, Вт - тепловая нагрузка кипятильника (рибойлера) в нормальном режиме работы при Рт (принимается по проекту);

$Q^{ав.}_{пит.}$, Вт - количество тепла, поступающее с питанием в аварийном режиме при $P_I$:

$$Q^{ав.}_{пит.} = G^{ав.}_{пит.}\left(1-e\right) \cdot i^{ж.н.}_{пит.} + G^{ав.}_{пит.} \cdot e \cdot i^{п.ав.}_{пит.}$$

(в случае наличия на подаче питания подогревателя с регулированием температуры питания на выходе или в случае отсутствия подогревателя на подаче питания)

или

$$Q^{ав.}_{пит.} = G^{ав.}_{пит.} \cdot i^{вх.н}_{пит.} + Q^{н}_{под.}$$

(в случае наличия на подаче питания подогревателя без регулирования температуры питания или в случае использования в качестве подогревателя трубчатой печи);

$G^{ав.}_{пит.}$, кг/ч - расход питания колонны в аварийном режиме при $P_I$;

$e$, мас.доля - доля пара в питании (доля отгона);

$i^{ж.н.}_{пит.}$, Дж/кг - теплосодержание жидкого питания в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$i^{п.ав.}_{пит.}$, Дж/кг - теплосодержание паров питания в аварийном режиме при $P_I$;

$i^{вх.н}_{пит.}$, Дж/кг - теплосодержание питания на входе в подогреватель питания в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$Q^{н}_{под.}$, Вт - тепловая нагрузка подогревателя питания в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$\Sigma Q^{н}_{ор.}$, Вт - суммарная тепловая нагрузка промежуточных циркуляционных орошений в нормальном режиме работы при Рт (принимается по проекту);

$Q^{н}_{ф.макс}$, Вт – тепловая нагрузка одного из промежуточных циркуляционных орошений, имеющего наибольшую величину, в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$\Sigma G^{н}_{отб.}$, кг/ч – сумма расходов промежуточных отборов в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$i^{ж.ав.}_{отб.}$, Дж/кг – теплосодержание жидкости промежуточного отбора в аварийном режиме при $P_I$;

$Д^{ав.}$, кг/ч – расход дистиллата в аварийном режиме при $P_I$:

$$Д^{ав.} = Д^{н} \cdot \frac{G^{ав.}_{пит.}}{G^{н}_{пит.}};$$

$Д^{н}$, кг/ч – расход дистиллата в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$G^{н.}_{пит}$, кг/ч – расход питания колонны в нормальном режиме при Рт (принимается по проекту);

$i^{ж.ав.}_{в.}$, Дж/кг – теплосодержание жидкого продукта вверху колонны в аварийном режиме при $P_I$;

$W^{ав.}$, кг/ч – расход кубовой жидкости в аварийном режиме при $P_I$:

$$W^{ав.} = G^{ав.}_{пит.} - \Sigma G^{н}_{отб.} - Д^{ав.};$$

$i^{ж.ав.}_{W}$, Дж/кг – теплосодержание жидкого кубового остатка в аварийном режиме при $P_I$;

$i^{п.ав.}_{в}$, Дж/кг – теплосодержание пара вверху колонны в аварийном режиме при $P_I$;

$i^{ж.ав.}_{в}$, Дж/кг – теплосодержание жидкости вверху колонны в аварийном режиме при $P_I$;

$G_{в.п.}$, кг/ч – расход водяного пара (инертного газа), подаваемого в колонну на отпарку (учитывается только в случае, если давление водяного пара больше $P_I$).

При определении теплосодержаний потоков ($i^{п.ав.}_{в}$, $i^{ж.ав.}_{в}$, $i^{ж.ав.}_{отб.}$, $i^{ж.ав.}_{W}$) при режиме сброса через предохранительный клапан (в аварийном режиме) фракционный состав всех продуктов следует принимать по нормальному режиму (по проекту).

5.4.3. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на жидкостных трубопроводах и сосудах, полностью заполненных жидкостью и рассчитанных по давлению питающего источника, - из условия сброса клапаном дополнительного количества жидкости, образовавшегося в результате теплового расширения от солнечной радиации, а именно:

$$G = V_c \cdot \rho_ж \cdot \beta_ж (T_2 - T_1) , \quad кг/ч ,$$

где: $V_c$, м³ - первоначальный объем жидкости в сосуде (трубопроводе) при температуре $T_I$;

$T_I$, °С - рабочая температура жидкости в сосуде (трубопроводе);

$T_2$, °С - максимальная температура жидкости в сосуде (трубопроводе). При расчетах принимается: $T_2 = 50°С$;

$\rho_ж$, кг/м³ - плотность жидкости при $T_I$, принимается по программе расчета ТФС;

$\beta_ж$, I/°С - коэффициент объемного расширения жидкости, принимается по программе расчета ТФС.

Примечание: предохранительный клапан в случаях, оговоренных в п. 5.4.I-5.4.3, должен быть проверен на условия пожара по формулам, указанным в п.п. 5.4.6 и 5.4.7.

5.4.4. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на трубопроводах на стороне меньшего давления после регуляторов давления - из условия полного открытия регулирующего клапана и отсутствия расхода после него (принимается по максимально заданной производительности); на газораспределительных станциях - из условия 0,0I максимальной производительности регулирующего клапана.

5.4.5. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на нагнетательном трубопроводе после насоса или компрессора - из условия полной производительности насоса или компрессора при отсутствии расхода после него.

5.4.6. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на обогреваемом трубопроводе с пожароопасными жидкостями или сжиженными газами между отключающей арматурой, - из условия сброса клапаном всего количества пара (газов), образуемых при кипении жидкости, рассчитываемого по формуле:

$$G_{пк} = \frac{3,6 F_{об.} K(t_{сп} - t_{пр})}{r}, \text{ кг/ч},$$

где: $F_{об.}$ - поверхность обогреваемого участка трубопровода между отсекающими задвижками, $м^2$;

$K$ - коэффициент теплопередачи при обогреве паровым или водяным спутником:

$$K = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

$r$ - скрытая теплота испарения жидкости при давлении сброса $P_I$, кДж/кг, принимается по программе расчета ТФС;

$t_{сп}$ - температура спутника, $^{o}C$;

$t_{пр}$ - температура кипения жидкости при давлении сброса $P_I$, $^{o}C$, принимается по программе расчета ТФС;

5.4.7. Для предохранительных клапанов, устанавливаемых на складских емкостях для сжиженных газов и пожаровзрывоопасных жидкостей и для холодильного оборудования, - из условия пожара вблизи аппарата. Повышение давления в аппарате сверх расчетного при пожаре вблизи аппарата происходит за счет испарения жидкости или теплового расширения газа.

Расчет предохранительных клапанов "на пожар" производится при условии полного отключения аппарата и прекращения подачи в него предусмотренного технологическим процессом продукта.

Подземные емкости и теплообменные аппараты на пожар не рассчитываются.

Для сосудов, полностью заполненных жидкой фазой или содержащих жидкую и паровую фазу, количество выбросов через предохранительный клапан определяется по формуле:

$$G = \frac{3,6 \cdot F_{сп} \cdot K_{ж} (t_{г} - t_{ж})}{r}, \text{ кг/ч},$$

где: $F_{сп}$, $м^2$ - смоченная поверхность аппарата;

$t_{г}$, $^{o}C$ - температура газо-воздушной смеси, омывающей при пожаре наружную поверхность аппарата. При расчетах принимается $t_{г} = 600^{o}C$;

$t_{к}$, $^{o}C$ - температура кипения жидкости при давлении полного открытия предохранительного клапана, принимается по программе расчета ТФС;

Кж, Вт/м$^2$·К – общий коэффициент теплопередачи от окружающего воздуха через стенку аппарата к жидкости. При расчетах принимается:
Кж для изолированного = 2,9 Вт/м$^2$ К;
Кж для неизолированного = 23,2 Вт/м$^2$ К;

$r$, кДж/кг – скрытая теплота парообразования жидкости при температуре $t_ж$, принимается по программе расчета ТФС.

Смоченная поверхность $F_{сп}$ аппарата определяется при максимальном уровне заполнения аппарата.

Для ректификационных колонн смоченная поверхность определяется при максимальном уровне жидкости в кубе и жидкости на тарелках.

Для сосудов, содержащих газовую (паровую) фазу, пропускная способность предохранительного клапана определяется по формуле:

$$G = \frac{Кп \cdot F_н (t_г - t_п) \cdot 3,6}{Ср\,(t_п + 273)}, \text{ кг/ч},$$

где: $F_н$, м$^2$ – полная наружная поверхность аппарата;

$t_г$, °С – температура газо-воздушной смеси, омывающей при пожаре наружную поверхность аппарата, $t_г$ = 600°С;

$t_п$, °С – температура газов (паров) в аппарате при нормальном режиме;

Ср, Дж/кг·К – теплоемкость газа (пара) при давлении $P_I$, принимается по программе ТФС;

Кп, Вт/м$^2$·К – общий коэффициент теплопередачи от окружающего воздуха через стенку аппарата к газу (пару).
При расчетах принимается:
Кп для изолированных = 3 Вт/м$^2$·К;
Кп для неизолированных = I2 Вт/м$^2$·К.

5.5. Площадь проходного сечения предохранительного клапана следует рассчитывать по формуле:

для газа $$F = \frac{G}{3,I6 \cdot B \cdot \alpha_I \cdot \sqrt{(P_I + 0,I) \cdot \rho_I}}, \text{ мм}^2,$$

для жидкости $$F = \frac{}{5,03 \cdot \alpha_2 \sqrt{(P_I - P_2)\,\rho_2}}, \text{ мм}^2,$$

где: $P_I$ – максимальное избыточное давление перед предохранительным клапаном, равное давлению полного открытия клапана, МПа;

$P_2$ – максимальное избыточное давление за предохранительным клапаном, МПа;

$\rho_I$ – плотность реального газа перед клапаном при параметрах $P_I$ и $T_I$, кг/м$^3$, принимается по программе расчета ТФС;

$T_I$ – температура среды перед клапаном при давлении $P_I$, $^0$С;

$\alpha_I$ – коэффициент расхода, соответствующий площади для газообразных сред;

$\alpha_2$ – коэффициент расхода, соответствующий площади для жидких сред.

Коэффициент расхода предохранительных клапанов для газообразных сред ($\alpha_I$) или жидких сред ($\alpha_2$) принимается в соответствии с техническими условиями на клапаны.

$\rho_2$ – плотность жидкости перед клапаном при параметрах $P_I$ и $T_I$, кг/м$^3$, принимается по программе расчета ТФС;

B – коэффициент, учитывающий физико-химические свойства газов при рабочих параметрах, подсчитывается по формулам:

$$B = 1{,}59\sqrt{\frac{к}{к+1}}\cdot\left(\frac{2}{к+1}\right)^{\frac{1}{к-1}} \quad \text{при } \beta \leq \beta_{кр};$$

$$B = 1{,}59\sqrt{\frac{к}{к-1}}\cdot\sqrt{\left(\frac{P_2+0{,}1}{P_I+0{,}1}\right)^{\frac{2}{к}} - \left(\frac{P_2+0{,}1}{P_I+0{,}1}\right)^{\frac{к+1}{к}}}$$

при $\beta > \beta_{кр}$.;

к – показатель адиабаты (для индивидуальных веществ – по табл. 2 приложения, для смесей – по программе расчета ТФС);

$\beta$ – отношение абсолютных давлений после и до клапана:

$$\beta = \frac{P_2 + 0{,}1}{P_I + 0{,}1};$$

$\beta_{кр}$ – критическое отношение давлений подсчитывают по формуле:

$$\beta_{кр} = \left(\frac{2}{к+1}\right)^{\frac{к}{к-1}}.$$

Для аппаратов при запасе от переполнения жидкости менее 5 мин. площадь проходного сечения определяется по сумме сечений для сброса раздельно газов и жидкости.

Для аппаратов при запасе от переполнения жидкости более 5 мин. площадь проходного сечения определяется по сечению сброса газа.

5.6. Количество предохранительных клапанов определяется по формуле:

$$n = \frac{F}{f},$$

Где: $f$, мм$^2$ - площадь проходного сечения седла выбранного клапана (табл. I)

Если число $n$ получается равным или меньше единицы, то следует остановиться на выбранном диаметре клапана.

Если число $n$ получается больше единицы, то следует принять клапан с бо́льшим диаметром или, если это невозможно, установить несколько предохранительных клапанов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

## ПЛОЩАДИ $f$ ПРОХОДНЫХ СЕЧЕНИЙ СЕДЕЛ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВНОГО ДИАМЕТРА КЛАПАНА Ду

Таблица I

| Тип клапана | Ду, мм | $f$, мм$^2$, при Ру, МПа | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I,6 | 4,0 | 6,3 | I0,0 | I6,0 |
| СППК4 | 50 | 706,5 | 706,5 | 854,9 | - | 490,6 |
| | 80 | I256,0 | I256,0 | - | - | - |
| | I50 | 4069,4 | 4069,4 | - | - | - |
| | 200 | I5828,7 | - | - | - | - |
| СППК4Р | 25 | - | 226,9 | - | - | - |
| | 50 | 706,5 | 706,5 | 854,9 | - | 490,6 |
| | 80 | I256,0 | I256,0 | - | - | - |
| | I50 | 4069,4 | 4069,4 | - | - | - |
| | 200 | I5828,7 | - | - | - | - |
| Р 55173, Р 55174 | 50 | 854,9 | - | - | - | - |
| | 80 | I256,0 | - | - | - | - |
| | I50 | 4415,6 | | | | |
| Р 55I75, Р 55176 | 50 | - | 854,9 | - | - | - |
| | 80 | - | I256,0 | - | - | - |
| | I50 | | 4415,6 | - | - | - |
| СППКМ, СППКМР | 25 | - | - | - | II3,0 | - |

Показатель адиабаты К некоторых газов при различных давлениях и температурах

Таблица 2

| Температура °С | $P_1$ + 0,1, МПа | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0-0,1 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 10,0 | 12,5 |
| | | | | М Е Т А Н | | | | | | |
| минус 30 | 1,36 | 1,40 | 1,48 | 1,57 | 1,64 | 1,74 | 1,80 | 1,93 | 2,25 | 2,21 |
| минус 20 | 1,34 | 1,39 | 1,45 | 1,52 | 1,58 | 1,66 | 1,72 | 1,88 | 2,28 | 2,25 |
| минус 10 | 1,33 | 1,37 | 1,42 | 1,48 | 1,53 | 1,60 | 1,67 | 1,84 | 2,16 | 2,16 |
| 0 | 1,32 | 1,35 | 1,40 | 1,44 | 1,50 | 1,55 | 1,60 | 1,75 | 2,00 | 2,02 |
| 10 | 1,32 | 1,34 | 1,38 | 1,42 | 1,47 | 1,51 | 1,54 | 1,67 | 1,84 | 1,90 |
| 20 | 1,31 | 1,33 | 1,36 | 1,39 | 1,43 | 1,47 | 1,50 | 1,61 | 1,75 | 1,81 |
| 30 | 1,30 | 1,32 | 1,34 | 1,36 | 1,39 | 1,42 | 1,45 | 1,52 | 1,59 | 1,64 |
| 50 | 1,29 | 1,31 | 1,33 | 1,35 | 1,38 | 1,41 | 1,44 | 1,47 | 1,54 | 1,61 |
| 75 | 1,28 | 1,29 | 1,31 | 1,33 | 1,35 | 1,37 | 1,39 | 1,41 | - | - |
| 100 | 1,27 | 1,28 | 1,29 | 1,31 | 1,32 | 1,34 | 1,36 | 1,37 | - | - |
| 150 | 1,25 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,28 | 1,29 | 1,30 | 1,31 | - | - |
| 200 | 1,23 | 1,23 | 1,24 | 1,24 | 1,25 | 1,26 | 1,26 | 1,27 | | - |
| | | | | Э Т А Н | | | | | | |
| 75 | 1,17 | 1,20 | 1,24 | 1,30 | | - | - | - | - | - |
| 100 | 1,15 | 1,18 | 1,21 | 1,25 | 1,30 | 1,35 | 1,42 | - | - | - |

| Температура °С | $P_1$ + 0,1, МПа | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0-0,1 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 10,0 | 12,5 |
| 150 | 1,14 | 1,16 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,25 | 1,28 | 1,31 | - | - |
| 200 | 1,12 | 1,13 | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,19 | 1,20 | 1,22 | - | - |
| **П Р О П А Н** | | | | | | | | | | |
| 75 | 1,12 | 1,18 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 100 | 1,11 | 1,16 | 1,23 | - | - | - | - | - | - | - |
| 150 | 1,09 | 1,12 | 1,16 | - | - | - | - | - | - | - |
| 200 | 1,08 | 1,10 | 1,12 | 1,14 | 1,17 | 1,20 | - | - | - | - |
| **В О З Д У Х** | | | | | | | | | | |
| минус 80 | 1,41 | 1,48 | 1,55 | 1,63 | 1,70 | 1,77 | 1,86 | 1,94 | 2,20 | 2,40 |
| 0 | 1,40 | 1,42 | 1,44 | 1,47 | 1,49 | 1,53 | 1,55 | 1,57 | 1,63 | 1,69 |
| 100 | 1,40 | 1,41 | 1,42 | 1,43 | 1,44 | 1,45 | 1,46 | 1,47 | 1,49 | 1,51 |
| 200 | 1,39 | 1,40 | 1,40 | 1,41 | 1,41 | 1,42 | 1,42 | 1,43 | 1,44 | 1,45 |
| **В О Д Я Н О Й  П А Р** | | | | | | | | | | |
| 200 | 1,31 | 1,31 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 300 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,28 | 1,28 | - | - |
| 400 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,27 | 1,27 |

# С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения . . . . . 2
2. Рабочее, технологическое, расчетное, разрешенное давления, давление настройки и давление полного открытия предохранительного клапана . . . . . 3
3. Выбор предохранительного клапана . . . . . 6
4. Установка и обвязка предохранительных клапанов . . . . . 7
5. Расчет предохранительных клапанов . . . . . II
Приложение . . . . . 22

gost.e-ecolog.ru