

Методика настройки предохранительных клапанов по российским и европейским стандартам



И н ф о

Е.Г. Пинаева, начальник научно-исследовательского отдела экспертизы, диагностики, испытаний, гидравлических исследований и расчетов арматуры,
В.П. Лавреженкова, начальник конструкторского отдела предохранительной и регулирующей арматуры, ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Методика настройки предохранительных клапанов (ПК) на российских предприятиях-изготовителях базируется на требованиях, изложенных в ГОСТ 12.2.085 [1]. Основопологающим понятием в процедуре настройки является понятие давления настройки. Напомним его определение.

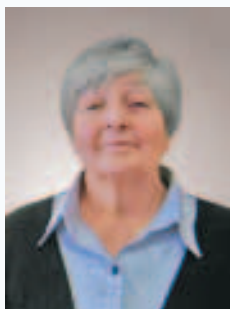
Давление настройки: Наибольшее избыточное давление на входе в клапан, при котором затвор закрыт и обеспечивается заданная герметичность затвора.

Обеспечение заданной герметичности производится за счет усилия пружины $Q_{пр.}$, которое должно быть больше, чем усилие $Q_{р.с.}$ создаваемое давлением рабочей среды P_1 на площадь запирающего элемента (далее – золотник) F_3 ($Q_{р.с.} = P_1 \cdot F_3$), т.е. $Q_{пр.} > Q_{р.с.}$. Вместе с тем, ПК при превышениях давления, указанных в 4.2 ГОСТ 12.2.085, должен открыться так, чтобы обеспечить требуемую величину коэффициента расхода, и закрыться при заданном давлении закрытия. Если ПК обеспечивает заданную герметичность, полное открытие и заданное давление закрытия, то он считается работоспособным.

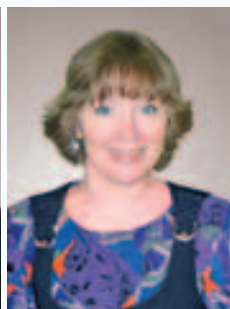
Обычно подтверждение работоспособности производится при проведении приемочных испытаний опытных образцов на стендах, обеспечивающих расходы рабочей среды (вода, воздух), позволяющие ПК полностью открыться.

На заводах-изготовителях такие стенды, как правило, отсутствуют, и тогда возникает вопрос, как подтвердить работоспособность и, в частности, полное открытие ПК на так называемых безрасходных стендах?

На российских заводах-изготовителях о работоспособности ПК (вернее, об уверенности в том, что при требуемом превышении давления ПК откроется полно-



Елена Григорьевна Пинаева



Валентина Петровна Лавреженкова

стью) судят по величине давления начала открытия $P_{н.о.}$ (на жаргоне производителей – давление «подрыва») при так называемых испытаниях на «хлопок». По существу, давление $P_{н.о.}$ – это давление, при котором происходит некое открытие клапана, и, как следствие, сброс давления перед ним, и следующая за этим посадка золотника на седло. На основании множества экспериментов установлено, что давление начала открытия не должно быть более чем на (5-7)% выше давления настройки ($P_{н.о.} \leq (1,05-1,07) P_n$), иначе ПК не обеспечит полного открытия. Если $P_{н.о.} > (1,05-1,07) P_n$, необходимо более тщательно притереть пару золотник – седло для снижения усилия пружины.

Указанные значения $P_{н.о.}$ регламентированы в 8.8.2.7 ГОСТ Р 53402 [2] в соответствии с *таблицей 1*.

При этом в 3.1.5 ГОСТ Р 53402 дано определение $P_{н.о.}$, соответствующее определению, данному в ГОСТ 52720 [3], а именно:

Давление начала открытия: Избыточное давление на входе в предохранительный клапан, при котором усилие, стремящееся открыть клапан, уравновешенно усилиями, удерживающими запирающий элемент на седле.

Примечание. При давлении начала открытия заданная герметичность в затворе клапана нарушается и начинается подъем запирающего элемента.

Давление настройки предохранительной арматуры P_n , МПа	Давление начала открытия $P_{н.о.}$, МПа, не более
До 0,3 включ.	$P_n + 0,02$
До 6,0 включ.	$1,07 \times P_n$
Св. 6,0	$1,05 \times P_n$

Таблица 1. Давление начала открытия предохранительной арматуры

Очевидно, что «примечание» вступает в противоречие с «определением». Ведь при равновесии сил, действующих на запирающий элемент от пружины и от давления, никакого движения запирающего элемента не происходит. Это противоречие, зафиксированное в таких серийных документах, как ГОСТ, необходимо устранить.

Рассмотрим, как производится настройка ПК в соответствии с зарубежными стандартами.

Но сначала обратим **ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ** на термины и определения, касающиеся рассматриваемого вопроса.

Термины и определения взяты из ISO 4126-1 [4], перевод и редактирование которого выполнены 07.07.2008 г. ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия». Согласно информации, приведенной в [5], стандарт явился основой для соответствующего Европейского стандарта EN ISO 4126-1, подготовленного Европейским комитетом по стандартизации (CEN), который представляет национальные органы по стандартизации следующих стран: Австрии, Бельгии, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Исландии, Ирландии, Италии, Люксембурга, Нидерландов, Норвегии, Португалии, Испании, Швеции, Швейцарии и Великобритании.

Важность этого стандарта состоит в том, что он может заменить все существующие национальные стандарты государств – членов CEN и учитывает требования директивы PED.

В этом стандарте употребляются следующие термины и определения. К сожалению, перевод терминов нельзя считать удачным.

► **Установочное давление (set pressure):** Заданное давление, при котором предохранительный клапан, находящийся в рабочем режиме, начинает открываться.

Примечание. Это давление является манометрическим давлением, измеряемым на входе клапана, при котором силы давления, стремящиеся открыть клапан в установленных эксплуатационных условиях, уравновешиваются силами, удерживающими диск клапана в его седле.

► Соответствует приведенному в ГОСТ Р 52720 термину **Давление начала открытия**.

► **Максимально допустимое давление, PS (maximum allowable pressure), PS:** Максимальное устанавливаемое изготовителем давление, на которое рассчитано оборудование.

► Соответствует приведенному в ГОСТ 12.2.085 термину **Расчетное давление:** Избыточное давление, на которое производится расчет прочности сосуда в соответствии с ГОСТ 14249 [6].

► **Избыточное давление (overpressure):** Возрастание давления до значения, превышающего значение установочного давления клапана, при котором предохранительный клапан достигает высоты подъема, установленной изготовителем, обычно выражается в процентах от установочного давления.

Примечание. Такое избыточное давление используют при сертификации предохранительного клапана.

► Соответствует значениям **ПРЕВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАЩИЩАЕМОМ СОСУДЕ** в процентном отношении к расчетным давлениям, приведенным в 4.2 ГОСТ 12.2.085.

► **Давление притирания (предохранительного клапана) (reseating pressure):** Значение статического давления на входе, при котором диск восстанавливает контакт с седлом, или при котором высота подъема становится равной нулю.

► Соответствует приведенному в ГОСТ Р52720 термину **Давление закрытия, P_z ($H_{рк}$ давление обратной посадки):** Избыточное давление на входе в ПК, при котором после сброса рабочей среды происходит посадка золотника на седло с обеспечением заданной герметичности затвора.

► **Холодное дифференциальное испытательное давление (cold differential test pressure):** Статическое давление на входе, при котором предохранительный клапан начинает открываться на испытательном стенде.

Примечание. Это испытательное давление включает поправки на условия эксплуатации, такие как противодействие и/или температура.

► Аналог (специальное название) в российских стандартах отсутствует. Учет противодействия при настройке ПК оговорен в 3.2.3 ГОСТ 12.2.085.

► **Выпускное давление; давление по расходу (relieving pressure):** Давление, используемое для определения размеров предохранительного клапана, которое больше.

► Соответствует приведенному в ГОСТ Р52720 термину **Давление полного открытия $P_{п.о.}$:** Избыточное давление на входе в предохранительный клапан, при котором совершается ход арматуры и достигается максимальная пропускная способность.

Процент превышения давления полного открытия $P_{п.о.}$ над давлением настройки P_n оговорен в 4.2 ГОСТ 12.2.085.

► **Давление сброса (предохранительного клапана) (blowdown):** Разность установочного давления и давления притирания, обычно выражаемая в процентах от установочного давления, за исключением случаев, когда давление меньше 3 бар, тогда давление сброса выражается в бар.

► Соответствует приводимой в КД на российские ПК величине давления закрытия P_z , выражаемой в процентах от давления настройки P_n (например, $P_z \geq 0,9 P_n$).

Согласно 7.1.4 ISO 4126-1 при испытаниях ПК подтверждаются параметры, приведенные в **таблице 2**, допуски и предельные значения которых оговорены в 7.2.1 ISO 4126-1.

Настройка ПК на заданное заказчиком установочное давление $P_{уст}$ производится следующим образом.

При помощи запорно-регулирующего клапана очень медленно подать в клапан испытательную среду при температуре окружающей среды, постоянно наблюдая за манометром. Когда стрелка манометра начнет колебаться, т.е. при небольшом падении давления перед

Наименование параметра	Погрешность контроля и предельные значения параметра
Установочное давление (set pressure)	0,15 бар при установочном давлении < 5 бар ± 3% при установочном давлении > 5 бар
Избыточное давление (overpressure)	не выше 10 % от установочного давления
Высота подъема золотника при избыточном давлении	не ниже, чем указано в КД
Давление сброса	не выше значения, указанного в КД

Таблица 2.

клапаном давление начнет опять расти, а затем после достижения первоначального давления цикл повторится снова, то давление, зафиксированное манометром, следует считать установочным давлением для испытываемого ПК. В зависимости от значения этого давления по отношению к требуемому давлению настройки следует поджать или расслабить пружину и снова проверить значение установочного давления. Это действие необходимо повторять до тех пор, пока не установится требуемое значение $P_{уст}$. После достижения требуемого значения давления $P_{уст}$ следует трёхкратно проверить повторяемость этих открытий при том же давлении и проверить, не будет ли отклонение между требуемым давлением и установленным не больше, чем:

- 0,15 бар — для установочных давлений ниже 5 бар;
- ± 3 % — для давлений свыше 5 бар.

Процентный разброс давления начала открытия следует вычислить по формуле:

$$a = (P_{уст. max} - P_{уст. min}) / (P_{уст. max} + P_{уст. min}) \times 100$$



Фото с сайта: uznt.ru

Испытание следует считать положительным, если $a \leq 3\%$.

Анализ методик настройки ПК по российским и европейским стандартам позволяет сделать вывод о том, что они принципиально отличаются друг от друга. Общим для обеих методик является только один параметр — это давление рабочей среды в защищаемом сосуде, превышение которого недопустимо.

Следует отметить, что, по сути, любую эксплуатационную организацию не интересует, как настраивается ПК, ей важно, чтобы ПК, первое, был герметичен при определенном давлении, второе, обеспечивал полное открытие и пропускную способность при заданном превышении давления и, третье, обеспечивал требуемое давление закрытия. Именно эти величины и обеспечиваются при настройке ПК по российским стандартам.

В то же время, величина давления начала открытия крайне важна проектанту и изготовителю ПК, т.к. она дает информацию о том, какой % от повышения давления свыше давления настройки расходуется на снятие удельных давлений в затворе ПК, и какой % остается для совершения полного хода запорного элемента. Фактически, величина давления начала открытия характеризует качество изготовления ПК и позволяет судить о конкретных причинах отклонений давления начала открытия от нормативных значений (низкое качество притирки уплотнительных плоскостей, повышенное трение в направляющих соединениях и др.). Из сказанного можно сделать вывод, что оба метода настройки ПК имеют право на существование. Оба имеют свои достоинства и недостатки. Поэтому гармонизировать в этой части ГОСТ и ИСО нет необходимости.

Следует также отметить очень высокий уровень стандарта ISO 4126-1, в котором специалисты смогут получить ответ на тонкости испытаний ПК, которые в настоящей статье не были затронуты, как принципиально не имеющие значения для рассматриваемой задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.2.085-2002 Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности.
2. ГОСТ Р 53402-2009 Арматура трубопроводная. Методы контроля и испытаний.
3. ГОСТ Р 52720-2007 Арматура трубопроводная. Термины и определения.
4. ISO 4126-1 Устройства предохранительные для защиты от избыточного давления. Часть 1. Предохранительные клапаны.
5. Стефан Гоу. Мировые стандарты на предохранительную арматуру. // Арматуростроение, №2, 2004. (Перевод из журнала Valve Magazine №4.2002).
6. ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

«Каждая проблема имеет решение. Единственная трудность заключается в том, чтобы его найти».

Эвви Неф