

А.Л. Шанаурин, заслуженный изобретатель РФ, директор по науке и инновациям ООО НПФ «МКТ-АСДМ»

ИМПУЛЬСНЫЙ ПЕРЕПУСКНОЙ КЛАПАН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА

Патентом США №US4355657(A) предложено устройство и описание работы импульсного перепускного клапана (ИПК), который служит для поддержания необходимого расчетного давления в резервуарах или трубопроводах высокого давления и обеспечивает выпуск парообразной или газообразной рабочей среды при росте давления выше расчетного.

Импульсный перепускной клапан (рис. 3) представляет собой сложное комбинированное предохранительное устройство автоматического типа и состоит из следующих узлов:

- главного предохранительного клапана (ГПК) (ноз. 7);
- импульсного клапана (ИК) (ноз.5);
- трубки, соединяющей надпоршневую полость ГПК с впускным каналом ИК (ноз. 11а);
- трубки динамического напора (трубка Пито), соединяющей впускной канал ГПК с впускным каналом ИК (ноз. 6).

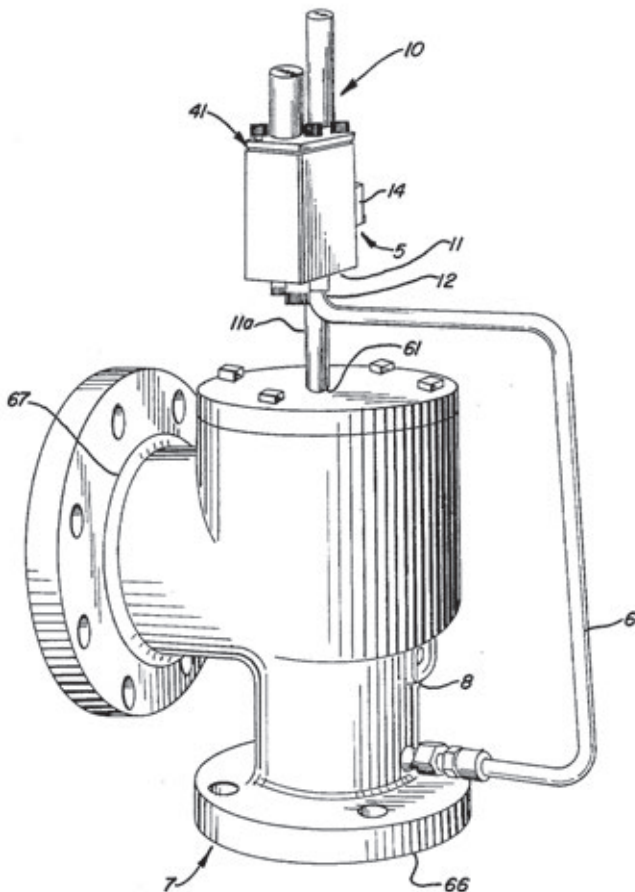


рис. 3 импульсный перепускной клапан

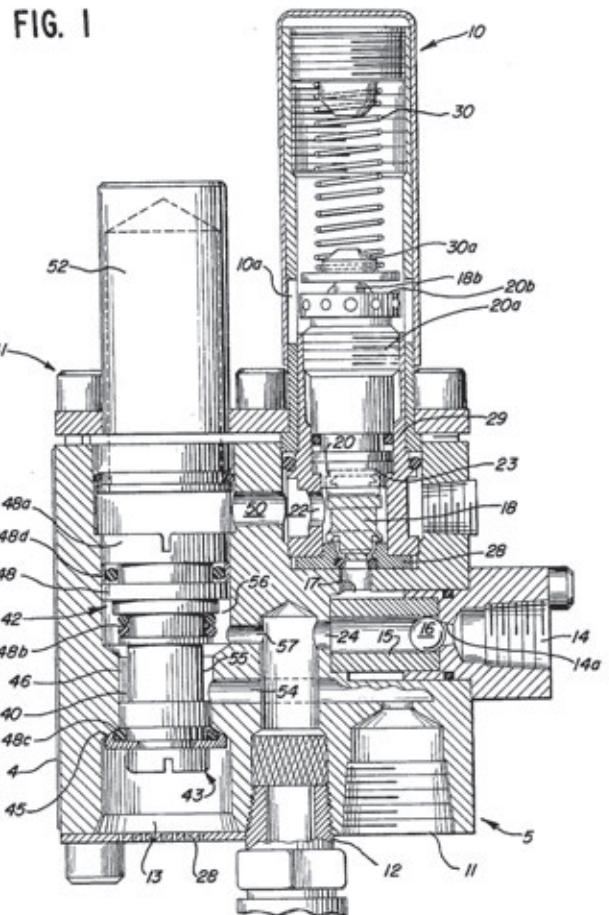


Рис. 1 Импульсный клапан

ИК посредством трубок соединен с ГПК. Импульсный клапан (рис. 1), состоит из корпуса (4), в котором установлены: тарельчатый клапан в сборе (10), плунжерный клапан в сборе (41), виброгасящая камера (52), шариковый клапан (16), фильтр тонкой очистки (15) и порт (14) для подключения баллона со сжатым газом. Все элементы ИК связаны между собой системой каналов выполненных в корпусе клапана.

Трубка Пито ГПК передает информацию о динамике изменения давления в ИК во время его работы:

- установившаяся работа ГПК при расчетном давлении;
- аварийная работа ГПК (рост давления выше расчетного);
- снижение давления во впускном канале ГПК.

Основными входными параметрами, воздействующими на ИК являются:

- статическое давление рабочей среды;
- динамическое давление рабочей среды.

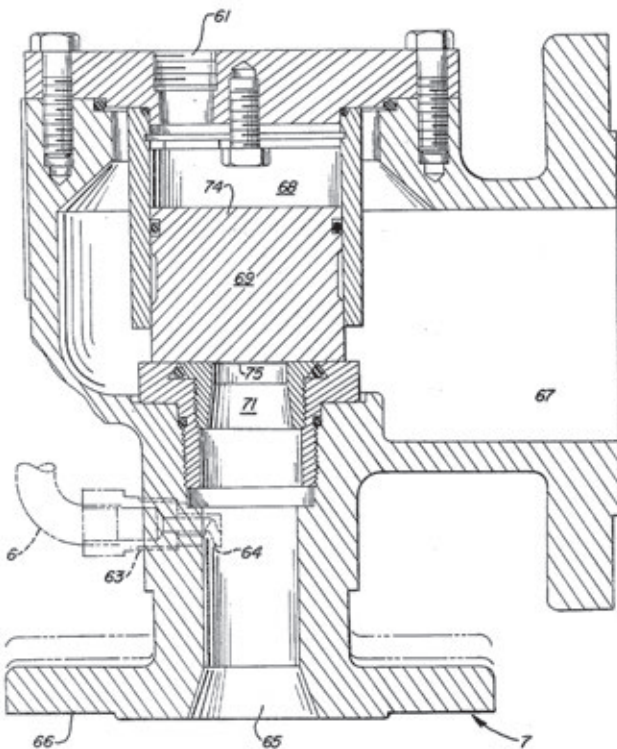


Рис. 2 Принцип работы импульсного клапана

Эти параметры являются основными для определения:

- соотношения свободных площадей поршня в надпоршневой и подпоршневой полости ГПК;
- площадей, зазоров и формы тарельчатого клапана ИК;
- площадей и зазоров плунжерного клапана ИК;
- свободного объема виброгасящей камеры ИК;
- жесткости и геометрических параметров задающей пружины тарельчатого клапана ИК.

ИПК работает следующим образом (рис. 2, 4 и 5). При установившейся работе из впускного канала (65) ГПК по трубке Пито (6) рабочая среда через ИК подается в надпоршневую полость (68) ГПК, герметично прижимая поршень (69) к седлу. При превышении давления настройки выше расчетного, через ИК производится сброс давления из надпоршневой полости (68) ГПК, в результате давление под поршнем (69) становится выше, чем над поршнем (69). Избыточное давление перемещает поршень (69) вверх и происходит сброс рабочей среды в выпускной канал (67) ГПК.

Входящий в состав ИПК ИК работает следующим образом (рис. 1, 2, 4 и 5). Поток рабочей среды, поступающий по трубке Пито (6) во входной канал (12) ИК, делится поперечными каналами на четыре потока. Два потока воздействуют на плунжерный клапан (41) ИК, один поток – на тарельчатый клапан (10) ИК и один поток – на поршень (69) ГПК (в надпоршневой полости (68)).

При установившейся работе и расчетном давлении рабочая среда, проходя через трубку Пито (6), поступает во входной канал (12) ИК, а затем через пересекающийся с ним поперечный канал (54) и трубку (11а) поступает в надпоршневую полость (68) ГПК. Возникшее избыточное давление в надпоршневой полости (68) воздействует на свободную площадь

поршня (74), перемещая его вниз. При этом поршень (69), герметично прижимается к седлу.

К плунжерному клапану (41) рабочая среда поступает по двум поперечным каналам (54, 57) от основного входного канала (12) ИК. Рабочая среда поступает в среднюю часть плунжерного клапана (42) между верхней полостью большего диаметра (56) и нижней полостью меньшего диаметра (40). Площади полостей (56) и (40) не равны, а давление в объеме между ними распределено равномерно. Возникающая разность сил удерживает плунжерный клапан (42) в закрытом герметичном положении. «Команду на открытие» плунжерного клапана (42) при повышении давления выше расчетного дает тарельчатый клапан (10), который связан с ним поперечным каналом (50).

Поток рабочей среды, проходя через фильтр тонкой очистки (15), попадает на поверхность тарелки (41) тарельчатого клапана (10) (рис. 1, 4, 5, 6 и 7). При установившейся работе и расчетном давлении тарельчатый клапан (10) герметично закрыт. Клапан открывается при давлении рабочей среды, превышающем усилие настройки задающей пружины (30).

В случае, когда на тарелку клапана воздействует давление рабочей среды выше расчетного, задающая пружина (30) тарельчатого клапана (10) сжимается, а тарелка перемещается вверх. Между тарелкой и седлом (28) появляется зазор, в который поступает рабочая среда. При этом динамический поток рабочей среды воздействует на криволинейную поверхность тарелки (41). Форма поверхности тарелки выполнена таким образом, что коэффициент лобового сопротивления ее в потоке больше единицы. И, значит, при воздействии потока рабочей среды высота подъема тарелки и время в поднятом положении будут больше.

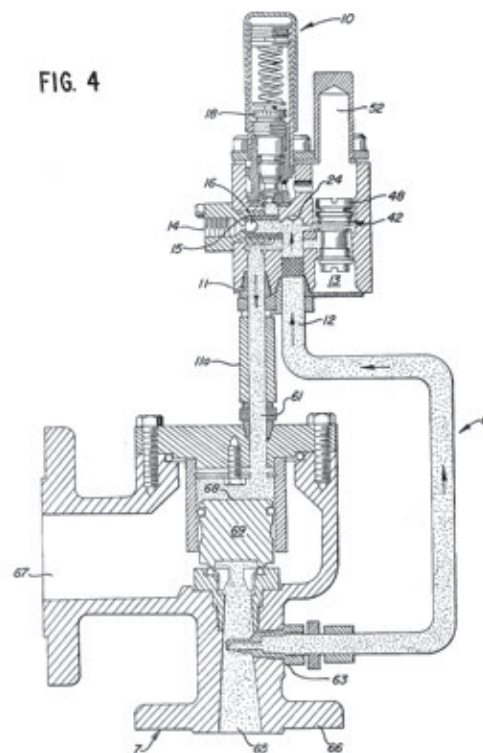


Рис. 4 Принцип работы импульсного клапана

FIG. 5

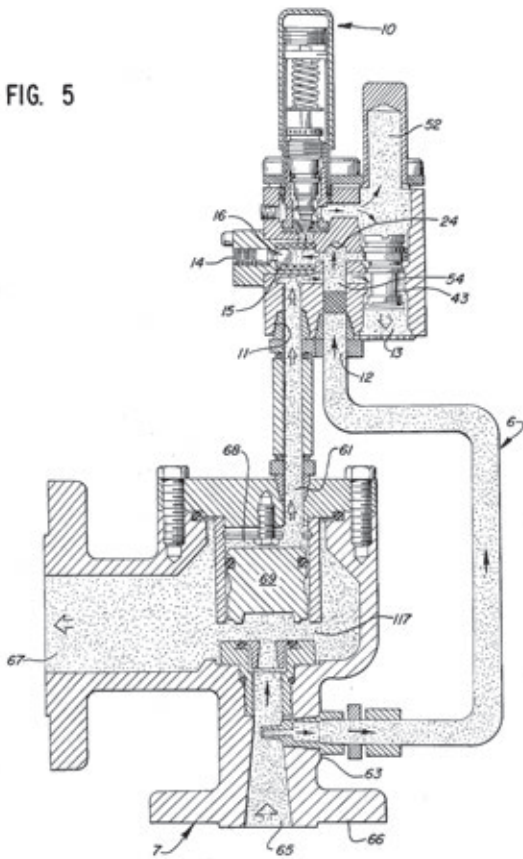


Рис. 5 Принцип работы импульсного клапана

Поток рабочей среды, пройдя через зазор между тарелкой и седлом, поступает по поперечному каналу (50) в виброгасящую камеру (52). После заполнения объема камеры (52) рабочей средой давление в ней повышается и передается на верхнюю часть плунжера (48). При достижении давления над плунжером (48) выше расчетного он перемещается вниз. Происходит разгерметизация и сброс рабочей среды в атмосферу под плунжерный клапан (42). В том числе сбрасывается рабочая среда из надпоршневой полости (68) ГПК. В этом случае давление под поршнем становится выше, чем над ним. И поршень (69) под действием избыточного давления перемещается вверх, что приводит к сбросу рабочей среды в выпускной патрубок (67) ГПК.

Виброгасящая камера (52) в ИК выполняет функцию сглаживания пульсирующего потока рабочей среды, который может вызывать вибрацию или ложные срабатывания ИК. Сглаживание пульсаций достигается за счет контролируемого изменения давления в свободном объеме виброгасящей камеры (52).

Перед тарельчатым клапаном (10) установлен фильтр тонкой очистки (15), защищающий клапан от быстрого загрязнения, что увеличивает надежность его работы. В фильтре тонкой очистки (15) выполнено цилиндрическое осевое сквозное отверстие, которое служит направляющей для шарового клапана (16). Наличие шарового крана (16) с портом подключения (14) позволяет производить испытания и настройку ИК от внешнего источника – баллона со сжатым газом.

FIG. 6

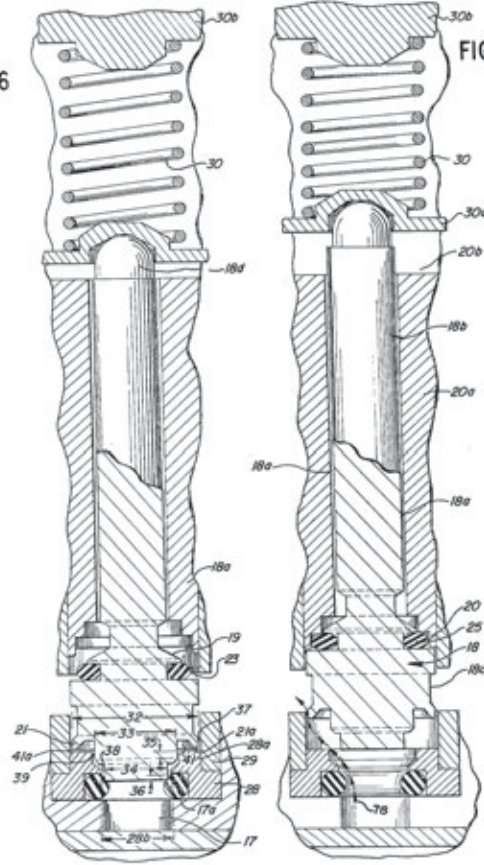


FIG. 7

Рис. 6 Принцип работы импульсного клапана

Из положительных особенностей конструкции рассмотренного клапана можно выделить:

1. Примененная в конструкции ИПК трубка динамического напора (трубка Пито) в отличие от трубки статического напора позволяет контролировать динамику изменение давления в каждый промежуток времени.
2. Алгоритм работы ИК составлен таким образом, что объем проходящей рабочей среды через основной чувствительный элемент ИК тарельчатый клапан всегда минимален. Это повышает его надежность.
3. В ИК применен тарельчатый клапан с коэффициентом лобового сопротивления тарелки больше единицы. При такой форме тарелки даже при малых расходах рабочей среды динамического напора достаточно для воздействия на тарелку и удержания клапана в открытом состоянии.
4. Конструкция ИК дополнена виброгасящей камерой, что позволяет снизить вероятность ложных срабатываний ИК от пульсирующего потока рабочей среды.
5. В конструкции ИК для испытания и настройки клапана предусмотрен порт подключения с шаровым краном, что позволяет проводить настройку ИК от внешнего источника давления без необходимости увеличения давления в емкости или трубопроводе.

ИПК может быть эффективной защитой от механического разрушения газо- и паропроводов, а также емкостей находящихся под избыточным давлением, в том числе и паровых котлов.