

Новый способ защиты оборудования,
находящегося под давлением

Существуют способы защиты, основанные на совместном применении предохранительных клапанов (ПК) и мембранных предохранительных устройств (МПУ). Наиболее близким к рассматриваемому является способ, основанный на последовательной установке МПУ и ПК.

Недостатком такого способа является низкая скорость срабатывания устройства в целом, когда последовательно затрачивается время на разрыв мембраны и на открытие ПК, что недопустимо при условиях взрыва.

Рассматриваемый новый способ устраняет этот недостаток тем, что за МПУ устанавливается ПК специальных конструкций (запатентованных ЦКБА). Таким образом, получается предохранительное устройство (ПУ), реагирующее на повышение давления разрывом мембраны, а на его понижение в защищаемой системе, специальным ПК, который начинает работать с процесса закрытия, герметизируя систему, и далее, продолжая работу как обычный ПК.

Конструктивная схема ПУ прямого действия для DN от 25 до 200 представлена на рисунке 1.

Предохранительное устройство (ПУ) состоит из трёх узлов: предохранительного клапана (ПК) и двух мембранных предохранительных устройств (МПУ).

Перед рассмотрением работы ПУ заметим сразу, что при необходимости обеспечения бесперебойной работы защищаемой установки, после устранения причин их срабатывания, предохранительные устройства следует применять в составе блоков, что позволит оперативно заменить МПУ с разорванными мембранами или мембраны.

ПУ работает следующим образом. При превышении давления в защищаемом объекте 26 (см. рис.1) над настроенным на 5% происходит разрыв мембраны в МПУ поз.27. Рабочая среда под давлением $1,05P_n$, где P_n , давление настройки, проникает в полость А сервопривода и, воздействуя на поршень 15, преодолевает усилие пружины 5, тем самым открывая затвор ПК (поднимая золотник 7) и обеспечивая беспрепятственный проход среды ещё до разрыва мембраны в МПУ поз.28 (см. рис.2), что, например, очень важно при взрыве. Таким образом, на первое открытие ПУ не затрачивается время, определяемое массой подвижной группы ПК, время на снятие усилий уплотнения в его затворе и на преодоление трения. К моменту разрыва мембраны в МПУ поз.28 ПК уже открыт для аварийного потока.

При достижении величины давления рабочей среды не более $(1,1 \div 1,15)P_n$ происходит разрыв мембраны в МПУ поз.28 (см. рис.3) и давление в защищаемом объекте снижается до величины обратной посадки не менее $(0,8 \div 0,9)P_n$, после чего ПК закрывается (см. рис.4). Далее ПУ работает как обычный ПК до момента устранения причины аварийного повышения давления. Благодаря разгрузочному каналу 17 и равенству площади поршня 15 и площади по диаметру уплотнения золотника 7 изменение давления в защищаемом объекте 26 оказывает влияние только на поршень 15 со стороны полости «А», управляя открытием и закрытием ПК.

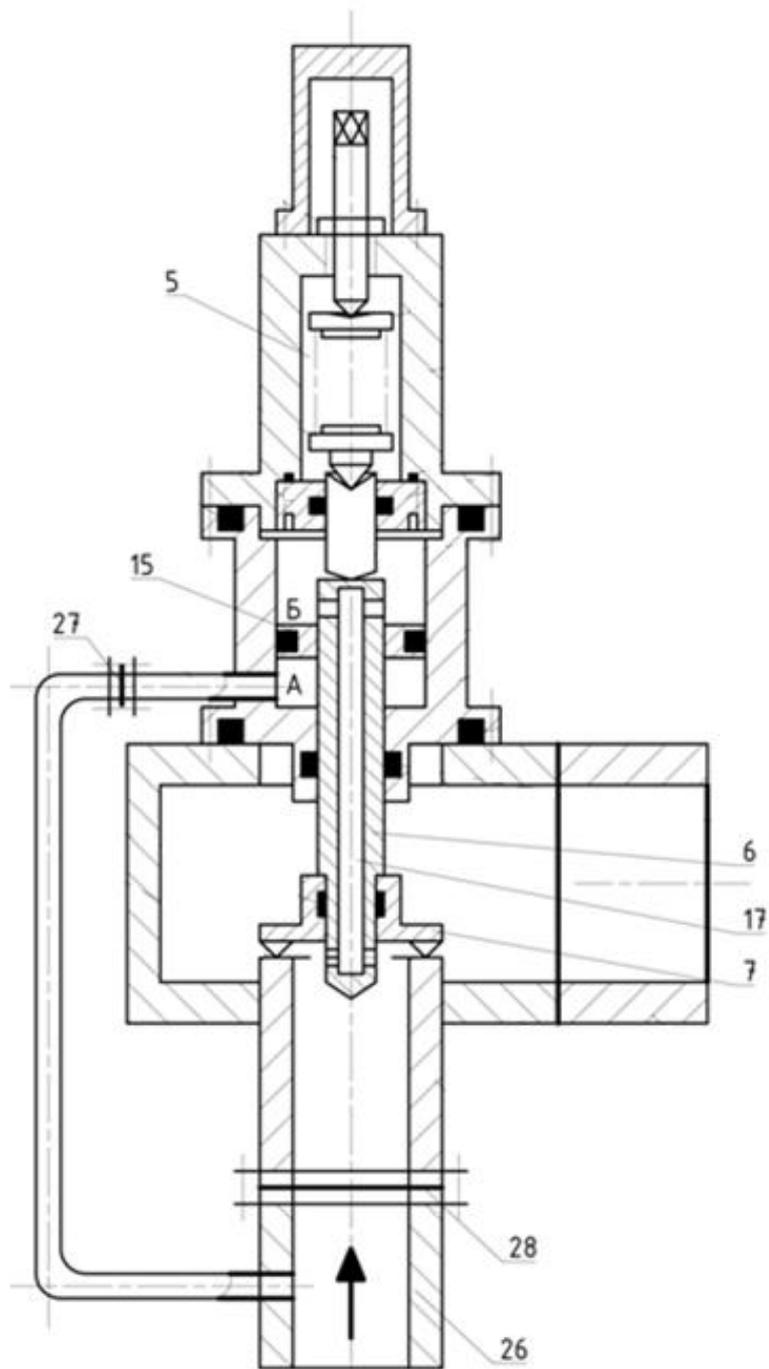


Рис.1 ПУ в режиме нормальной эксплуатации объекта

После восстановления нормального режима эксплуатации производят переключение на блоке предохранительных клапанов (БПК), задействуя ПУ с неповреждёнными мембранами и заменяют МПУ на сработавшем предохранительном устройстве.

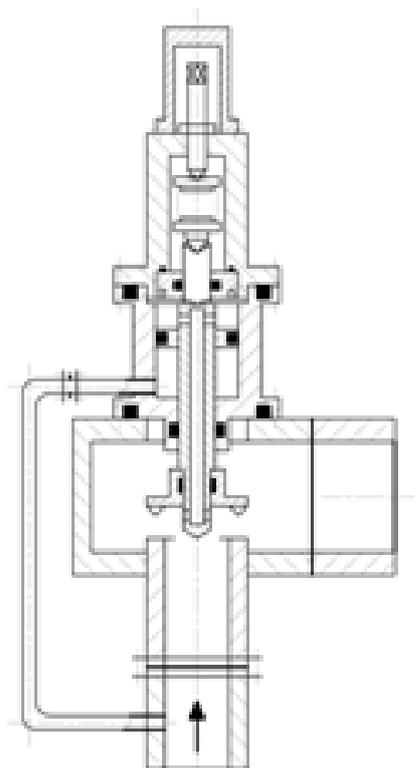


Рис.2 ПУ после разрыва мембраны в МПУ поз.27

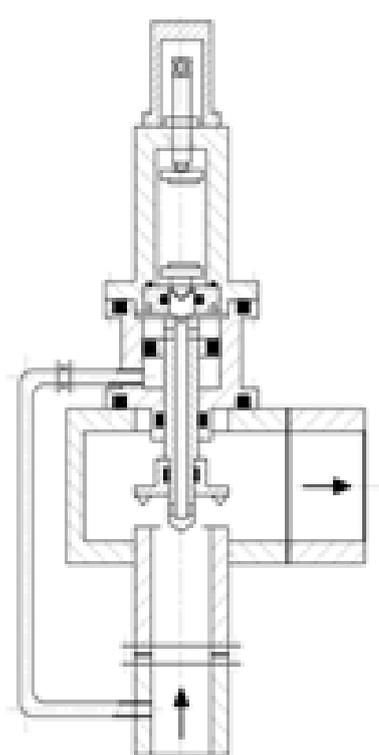


Рис.3 ПУ после разрыва мембраны в МПУ поз.28

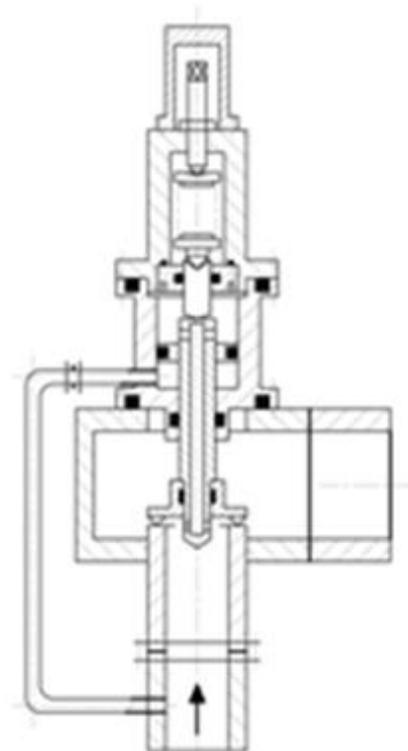


Рис.4 ПУ в закрытом положении после разрыва мембран и снижения давления в защищаемом объекте до величины обратной посадки

Для $DN > 200$ предлагается предохранительное устройство с импульсным клапаном. Конструктивная схема такого ПУ (ИПУ) показана на рис. 5.

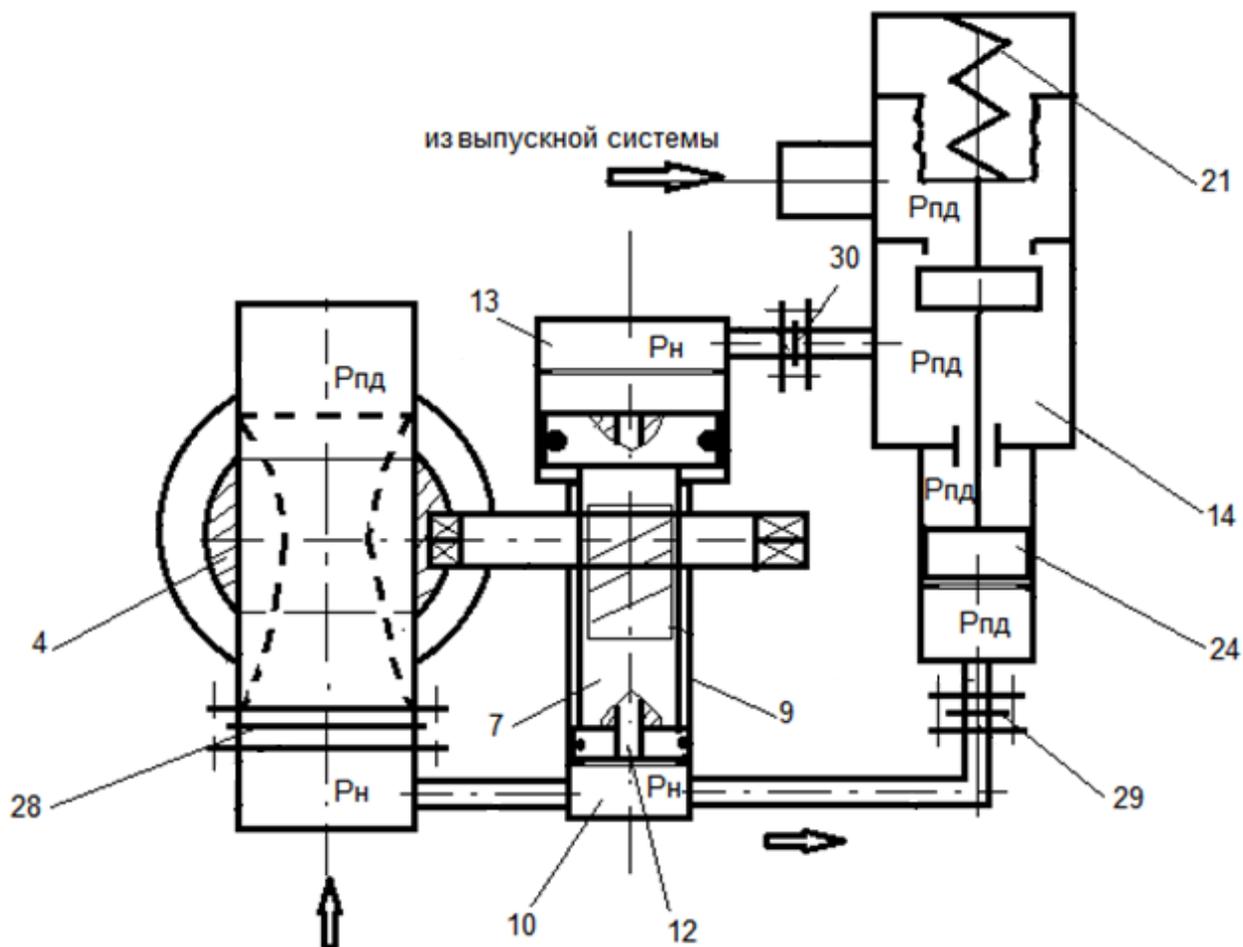


Рис.5 ИПУ в положении при нормальной эксплуатации защищаемого объекта

ИПУ работает следующим образом:

Настроенное у изготовителя на заданное в заказе давление, ИПУ устанавливается на защищаемый объект. При этом затвор главной арматуры (ГА) поз.4 (см. рис.5) открыт, на входах ГА и ИК поз.14 установлены МПУ, в полостях 10 и 13 цилиндра 9 находится рабочая среда под давлением нормальной эксплуатации P_n . Затвор ИК открыт под действием пружины 21 и его полости находятся под давлением сбросной системы $P_{пд}$. При достижении давления срабатывания $P_{по}$ происходит разрыв мембран 28,29,30 и в открытый затвор ГА, через сопло, происходит сброс рабочей среды в систему за ИПУ и попадание рабочей среды с давлением $P_{по}$ под золотник ИК и среды под давлением $P_{пд}$ в сбросной системе на золотник ИК. При этом ИК, под действием давления разорвавшего мембраны, закрывается, преодолевая усилия пружины 21, отрегулированной на давление настройки (P_n) ИПУ, а ГА остаётся открытой, так как верхний диаметр дифференциального поршня 7 больше нижнего (см. рис.6).

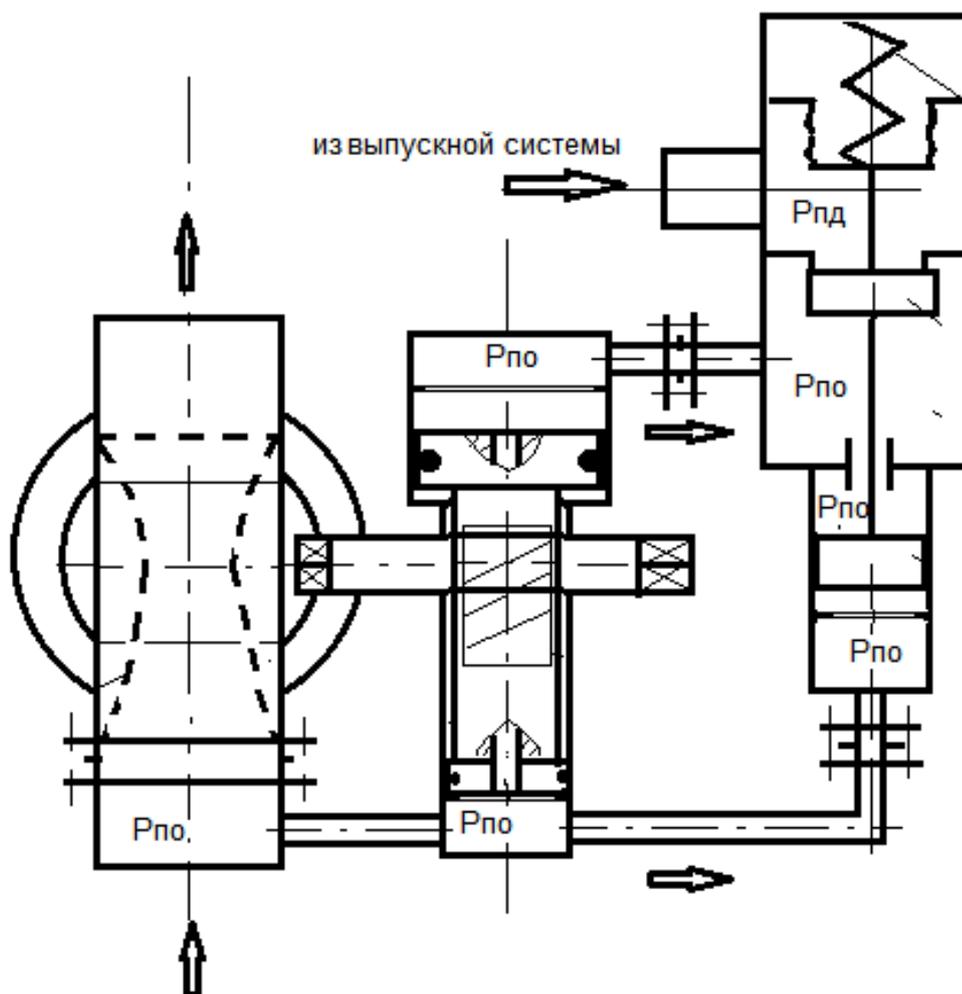


Рис.6 ИПУ в положении после разрыва мембран.

ИК, благодаря разгрузочному поршню 24, одинакового диаметра с затвором, реагирует только на изменение давления в защищаемом объекте, открываясь при его снижении и закрываясь при повышении. Итак, сброс рабочей среды из защищаемого объекта происходит до снижения в нём давления до величины обратной посадки (P_3) ИПУ. Далее, ИК под действием пружины 21 открывается, происходит сброс давления из полости 13 цилиндра, так как пропускная способность ИК значительно больше, чем у канала 12 и ГА закрывается под действием усилия от давления среды в полости 10 на поршень 7 (см. рис.7).

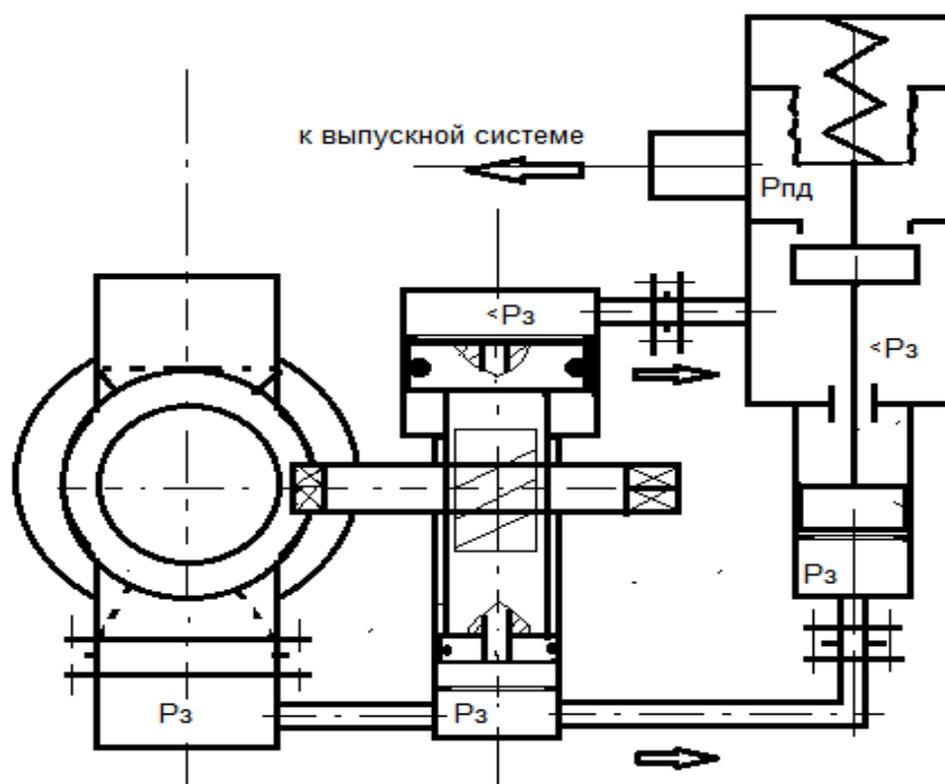


Рис.7 ИПУ в положении закрытия.

При необходимости, если причины аварии после первого срабатывания не устранены, далее ИПУ, до момента устранения причин появления повышенного давления, будет работать, как ИПУ без разрывных мембран. То есть, если после закрытия ГА давление в защищаемом объекте снова повысится, ИК закроется, давление в полости 13 возрастёт и ГА откроется и т.д. После устранения причин аварии ИПУ и сброса избыточного давления из защищаемого объекта, МПУ, входящие в ИПУ, должны быть оснащены новыми мембранами.

Таким образом, мы получаем ИПУ, открывающееся на первом цикле со скоростью срабатывания мембраны, то есть мгновенно. Это позволяет использовать ИПУ на взрывоопасных объектах, обеспечивая сохранность основной массы дорогостоящих или ядовитых рабочих сред, повышая безопасность обслуживающего персонала и улучшая экологию окружающей среды.

О преимуществах новых конструкций

Конструкция новых ПУ такова, что подвижная группа (запорный элемент (ЗЭл), шток, поршень и пружина) предохранительных клапанов (ПК, ГА), входящих в их состав, не участвует в процессе сброса давления при его снижении до величины закрытия (P_z). Это обеспечивает стабильность сброса избытка рабочей среды, исключая влияние турбулентного потока с параметрами критического истечения для газов и паров и кавитации для жидкостей на подвижную группу ПК, приводящих к вибрациям и ударам ЗЭл о седло ПК. Кроме того, в случае превышения расчётной пропускной способности над величиной расхода при реальном сценарии, понижение давления в защищаемом оборудовании будет сопровождаться пропорциональной реакцией ПУ, не вызывающей скачков давления, приводящих к ударам и к повреждениям ПК.