

Дымогазопроницание противопожарных клапанов

В. Е. Смирнов, ООО «ВЕЗА»

А. М. Михалко, ООО «ВЕЗА»

С. А. Авраменко, ООО «ВЕЗА»

Противопожарный клапан – устройство, оснащенное автоматически или дистанционно управляемыми исполнительными механизмами (приводами) и предназначенное для функционирования в системах общеобменной вентиляции, кондиционирования, приточной и вытяжной противодымной вентиляции, а также в системах основной вентиляции помещений, защищенных установками газового, аэрозольного или порошкового пожаротушения, используемых для удаления газов и дыма после пожара.

Противопожарные клапаны (далее – клапаны) разрабатываются в соответствии с требованиями следующей нормативной документации:

- ТР ЕАЭС 043/2017 Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» [5];
- ГОСТ 34720-2021 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Методы испытания на огнестойкость» [1];
- СП 7.13130.2013 «Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование» [2].

В зависимости от назначения клапаны разделяют на типы [3,5]:

- нормально открытый;
- нормально закрытый;

- дымовой;
- двойного действия.

Основные требования, предъявляемые к противопожарным клапанам, включают в себя способность блокировать распространение огня и продуктов горения по воздуховодам, а также обеспечивать эффективное удаление дыма и газов при пожаре, что обеспечивается не только применением огнестойких материалов, прочной конструкцией клапанов и надежными механизмами срабатывания, но и высокими показателями удельного сопротивления дымогазопроницанию, предела огнестойкости, значения которых подтверждаются в обязательном порядке в соответствии с действующим законодательством при проведении сертификационных испытаний.

Предел огнестойкости определяется временем от начала нагревания клапана до наступления одного из предельных состояний при заданной разности давлений.

Учитывают два вида предельных состояний для клапанов:

- Е – потеря целостности;
- I – потеря теплоизолирующей способности [1].

Обозначение предела огнестойкости клапанов состоит из условных обозначений нормируемых

пределных состояний и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого по времени), в минутах, например:

- Е 120 – предел огнестойкости по потере целостности – 120 мин;
- EI 60 – предел огнестойкости по потере целостности и теплоизолирующей способности – 60 мин, независимо от того, какое из двух предельных состояний наступит ранее.

Потеря теплоизолирующей способности клапанов характеризуется увеличением температуры на необогреваемой поверхности клапана до предельных значений, приводящим к тому, что клапан больше не способен эффективно задерживать тепло и тепловой поток от огня начинает проходить через него.

Потеря целостности характеризуется:

- проникновением продуктов горения через образованные в узле уплотнения корпуса клапана по его наружным посадочным поверхностям сквозные трещины или сквозные отверстия;
- проникновением продуктов горения через образованные в узле примыкания лопатки (заслонок) клапана к его корпусу, в узлах смыкания лопаток между собой сквозные трещины или сквозные отверстия;
- снижением удельного сопротивления конструкции клапана дымогазопроницанию до минимально допустимой величины.

Удельное сопротивление дымогазопроницанию – это характеристика, показывающая способность клапана препятствовать прохождению дыма и газов через него, выраженная в единицах, $\text{м}^3/\text{кг}$, и чем выше это значение, тем лучше клапан предотвращает проникновение дыма и газов. Для точных расчетов используют CFD-моделирование (FDS, Ansys Fluent, Kompas Flow, Autodesk CFD и др.) или нормативные методики СП 7.13130.2013 [2].

Для повышения удельного сопротивления дымогазопроницанию используют:

- уплотнители (негорючие, терморасширяющиеся ленты);
- конструктивные решения (лабиринтные уплотнения).

Минимально допустимая величина удельного сопротивления клапана дымогазопроницанию, приведенная к температуре среды 20°C , должна быть не менее ($S_{\text{уд.}} > S_{\text{пр.мин}}$) [1]:

$$S_{\text{пр.мин}} = 2400, \quad (1)$$

где $S_{\text{пр.мин}}$ – минимально допустимое приведенное удельное сопротивление клапана дымогазопроницанию, $\text{м}^3/\text{кг}$.

При этом максимально допустимое значение расхода газов через закрытый клапан согласно ГОСТ 34720 [1] не должно превышать:

$$G_{\text{по ГОСТ}} = 73,5 \cdot F_{\text{кл}} \cdot P_{\text{кл}}^{1/2} \quad (2)$$

или

$$Q_{\text{по ГОСТ}} = 61,0 \cdot F_{\text{кл}} \cdot P_{\text{кл}}^{1/2}, \quad (3)$$

где $G_{\text{по ГОСТ}}$ и $Q_{\text{по ГОСТ}}$ – максимально допустимые расходы газов через закрытый клапан, кг/ч и $\text{м}^3/\text{ч}$;

$P_{\text{кл}}$, Па – избыточное давление на лопатках (заслонках) клапана, Па;

для практических расчетов используется

$P_{\text{кпр}}$, Па, – приведенный к нормальным атмосферным условиям перепад давления на испытываемом клапане;

$F_{\text{кл}}$ – площадь сечения клапана, м^2 [1, 2].

Для приведения полученное давление умножают на Δ – коэффициент приведения результатов измерения к нормальным атмосферным условиям:

$$\Delta = 760 \cdot (273 + t) / (P_{\text{а}} / 293), \quad (4)$$

где $P_{\text{а}}$ – атмосферное давление на момент проведения измерений, мм рт. ст.;

t – температура воздуха на момент проведения измерений, $^\circ\text{C}$.

На примере нормально закрытых клапанов Гермик-ДУ, КПУ-60, КПУ-1Н в стеновом исполнении, произведенных компанией ООО «ВЕЗА», рассмотрим вышеуказанные основные показатели клапанов противопожарных.

При проведении сертификационных испытаний на соблюдение требований технического регламента ТР ЕАЭС 043/2017 [5] была успешно подтверждена основная характеристика, а именно: EI 60 для КПУ-60, EI 90 для КПУ-1Н и EI 120 для Гермик-ДУ, получены сертификаты соответствия.

В процессе испытаний измерены и рассчитаны основные величины (см. табл. 1), характеризующие работу клапанов ($P_{\text{кл}}$ и $Q_{\text{кл}}$) и необходимые для расчета удельного сопротивления дымогазопроницанию $S_{\text{уд.}}$.

Дополнительно произведены измерения для расчета удельного показателя протечки Q_{VLBA} в соответствии с требованиями ГОСТ Р 71461 [4]:

Таблица 1
Результаты испытаний и расчетов

$P_{кл}, \text{Па}$	$Q_{кл}, \text{м}^3/\text{ч}$	$S_{уд}, \text{м}^3/\text{кг}$	$Q_{VLBA}, \text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$
Гермик-ДУ 500×1100			
700	142,61	93710,12	69,70
600	129,42	96161,17	64,61
500	117,81	98085,98	57,58
400	99,20	110653,24	48,49
300	86,80	108395,01	42,42
200	68,20	117054,67	33,33
100	49,60	110653,24	24,24
КПУ-60 700×700			
700	100,44	149926,67	55,10
600	88,04	167257,44	48,30
500	82,46	158883,07	45,24
400	71,92	167091,71	39,46
300	60,76	175582,00	33,33
200	48,36	184778,60	26,53
100	31,62	216107,85	17,35
КПУ-1Н 800×600			
700	88,09	187038,83	49,65
600	76,39	213213,01	43,06
500	69,00	217790,92	38,89
400	60,37	227569,29	34,03
300	50,52	243780,15	28,47
200	40,66	250869,54	22,92
100	26,49	295507,77	14,93

$$Q_{VLBA} = Q_{кл} / (3,6 \cdot F_{кл}), \quad (5)$$

где $Q_{кл}$ – приведенные к нормальным атмосферным условиям протечки через неплотности клапана, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_{VLBA} – удельный показатель протечки, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$.

Таблица 2
Характеристики противопожарных клапанов

Параметр Клапан	$P_a, \text{мм рт. ст.}$	$t, ^\circ\text{C}$	$F_{кл}, \text{м}^2$	$F_{жс}, \text{м}^2$	ξ	$S_{уд}, \text{м}^3/\text{кг}$	R	$Q_{по\text{ ГОСТ}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{кл}, \text{м}^3/\text{ч}$
Гермик-ДУ	748	25	0,55	0,264	0,65	108036,5	0,99	711,61	86,80
КПУ-60	748	25	0,49	0,397	0,30	174232,5	0,99	633,98	60,76
КПУ-1Н	744	21,5	0,48	0,396	0,31	233681,4	0,99	621,04	50,52

$F_{жс}$ – площадь живого сечения клапана, м^2 ;

ξ – коэффициент местного сопротивления;

$Q_{по\text{ ГОСТ}}$ – максимально допустимый расчетный расход протечки по п. 5.1.4 ГОСТ 34720 [1], $\text{м}^3/\text{ч}$;

R – коэффициент корреляции.

Чем ниже значения протечки (величина расхода через неплотности клапана), тем меньше потери давления в системе, определяемые по формуле:

$$\Delta P_n = \sum_{i=1}^n (R \cdot \beta_{ш} \cdot l + Z)_i + \sum \Delta P_{об}, \quad (6)$$

где $\Delta P_{об}$ – потери давления на оборудовании и других устройствах системы вентиляции.

Снижение общих потерь давления в системе, а значит и расхода воздуха, позволяет подбирать более энергоэффективное оборудование и снизить площадь сечения воздухопроводов F_p , которая прямо пропорциональна расчетному расходу воздуха [6]:

$$F_p = L_p / v_p, \quad (7)$$

где L_p – расчетный расход воздуха на участке, $\text{м}^3/\text{с}$;

v_p – рекомендуемая скорость движения воздуха на участке, $\text{м}/\text{с}$, принимаемая согласно нормативной документации.

Ниже для более наглядного восприятия представлена табл. 2 со средними расчетными значениями параметров и их предельно допустимыми нормами.

График удельного сопротивления клапана (характеристика герметичности, рис. 1) описывается линейной зависимостью с коэффициентом корреляции R (см. табл. 2).

Вышеприведенный график подтверждает, что все представленные клапаны соответствуют 2-му классу уровня протечки согласно ГОСТ Р 71461 [4].

Среди них можно выделить клапан КПУ-1Н, демонстрирующий максимальное удельное сопротивление дымогазопроницанию, более чем в 45 раз превышающее минимально допустимый показатель. Это говорит о том, что КПУ-1Н является наиболее герметичным среди испытанных образцов и даже в самых экстремальных условиях или при длительной эксплуатации его герметизирующие

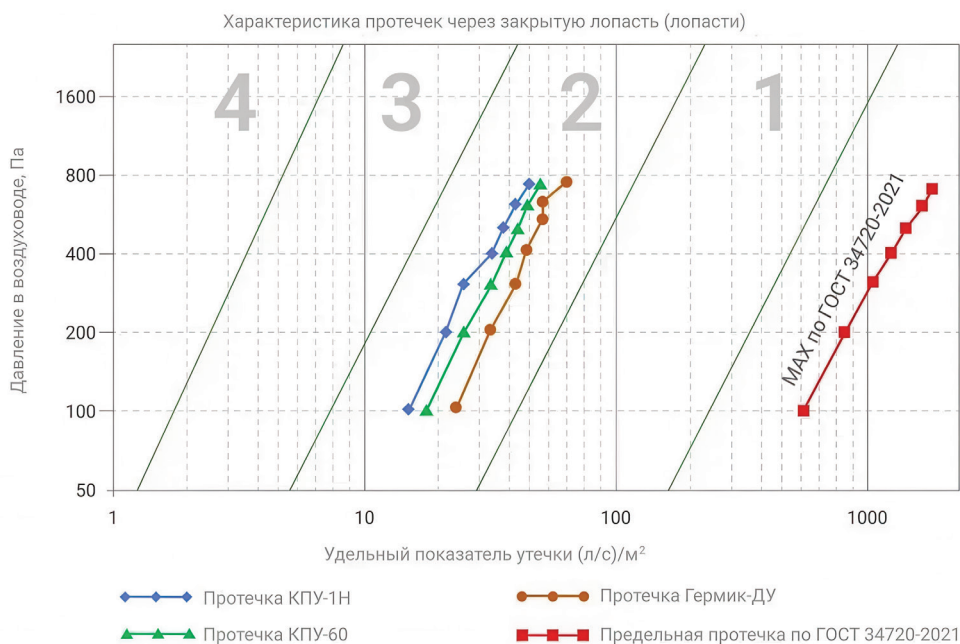


Рис. 1. Характеристика герметичности

свойства останутся на высоком уровне. Такие клапаны не просто «соответствуют», а «превосходят» текущие нормативные требования, что дает дополнительную уверенность в безопасности объекта.

Клапан Гермик-ДУ помимо превышения требований по удельному сопротивлению дымогазопроницанию и уровню протечек обладает значительным преимуществом в компактности: отсутствие вылета лопатки позволяет устанавливать его в условиях ограниченного пространства. Это всегда актуально при проектировании и монтаже систем в различных видах зданий.

Клапан КПУ-60 отличается минимальным коэффициентом местного сопротивления при схожих геометрических размерах сечения с другими испытанными клапанами, но при этом имеет сравнительно высокое значение удельного сопротивления дымогазопроницанию. Клапан спроектирован из соображения удовлетворения необходимых требований пожарной безопасности согласно действующим нормам в данной области на объектах гражданского (и не только) строительства без избыточных значений степени огнестойкости. При этом клапан имеет широкую область применения за счет малой глубины корпуса 120 мм, что позволяет эффективно интегрировать его в существующую инфраструктуру зданий.

Особого внимания заслуживают клапаны КПУ-2Н в высокودинамичном исполнении (ВД). Главное преимущество клапанов – работоспособность при нестандартных динамических нагрузках. Это делает их незаменимыми в зданиях с повышенной сейсмической активностью или

подверженных другим видам динамических воздействий. Более того, клапаны КПУ-2Н-ВД, изготавливаемые по специальному заказу, характеризуются высоким пределом огнестойкости (EI 120) и соответствием 3-му классу уровня протечки, что подтверждено испытаниями в независимой лаборатории TUV NORD System GmbH Co. & KG. Превышение минимально допустимого показателя удельного сопротивления дымогазопроницанию более чем в 110 раз, что было установлено при сертификационных испытаниях (см. табл. 3, рис. 2), подтверждает исключительную герметичность данных клапанов. Сочетание этих важнейших характеристик означает, что барьер против распространения опасных продуктов горения становится практически непроницаемым.

По результатам сертификационных и внутренних испытаний, выполненных по стандартным методикам, установлено, что клапаны компании ООО «ВЕЗА» соответствуют требованиям нормативной документации, предъявляемым к противопожарным клапанам. Они имеют значительный запас по удельному сопротивлению дымогазопроницанию и низкий уровень протечки, что гарантирует надежную и комфортную по уровню шума эксплуатацию данных клапанов в системах дымоудаления, обеспечивая их эффективную и бесперебойную работу.

В сфере безопасности зданий и сооружений инвестиции в противопожарные клапаны, демонстрирующие удельное сопротивление дымогазопроницанию, в несколько раз превышающее минимально допустимые стандарты, проявляются

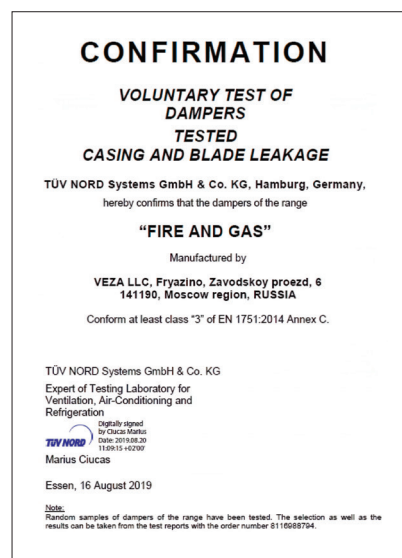
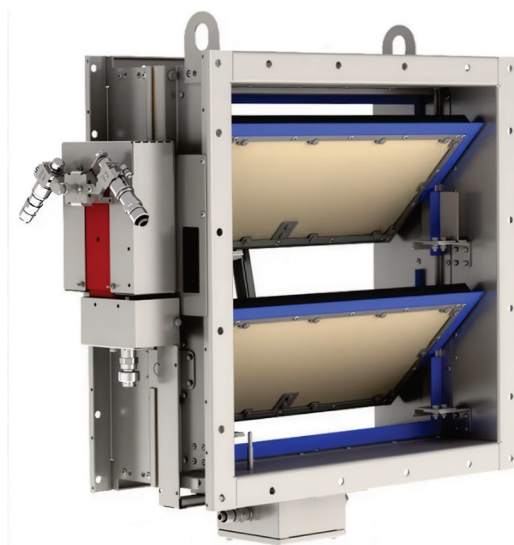


Таблица 3
Результаты измерений при проведении сертификационных испытаний КПУ-2Н ВД, изготовленного по специальному заказу

Время t, мин	Перепад давления на клапане ΔP , Па	Расход газа через неплотности клапана		Приведенное удельное сопротивление дымогазо- принципиально $S_{уд,кл}$, м ³ /кг
		$Q_{кл}$, м ³ /ч	$G_{кл}$, кг/с	
0	69,8	19,0	0,0064	1049128
2	69,6	25,0	0,0084	824228
4	71,5	29,0	0,0097	702004
6	69,3	36,0	0,0120	597859
...	...	...	...	...
114	70,3	65,0	0,0218	151395
116	70,4	66,0	0,0221	149904
118	71	68,0	0,0228	148399
120	70,8	74,0	0,0248	146780

затем не в сиюминутной экономии, а в долгосрочной перспективе. Строительные нормы и правила постоянно ужесточаются. Клапан, который уже сегодня в разы превосходит текущие требования, обладает «запасом прочности» на будущее, снижая вероятность дорогостоящих модернизаций и переоборудования в перспективе.

Полный ассортимент оборудования для вентиляции, кондиционирования, а также противопожарных систем представлен на официальном сайте ООО «ВЕЗА». ●

Литература

- ГОСТ 34720-2021 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость».
- СП 7.13130.2013 «Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
- ГОСТ 22270 «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения».
- ГОСТ Р 71461-2024 «Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Аэродинамические испытания клапанов».
- ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».
- Аэродинамический расчет механических и гравитационных систем вентиляции. – Н. Новгород: Деловая полиграфия, 2015. – С. 25.