

Расчетное усилие в предварительно напряженном болте растянутого фланцевого стыка равно

$$N_b = N^{pn} + P \frac{n}{1+n} \quad (9)$$

Если допустить начальное натяжение болта N_b^o , равным его несущей способности на растяжение $[N]_{br}$, то предварительное напряжение в нем будет равно

$$N_{opt}^{pn} = \frac{[N]_{br}}{1+n} \quad (10)$$

а болт при этом может воспринять внешнее дополнительное усилие (при предельном усилии в нем $N = [N]_{br}$), равное

$$P = [N]_{br} \frac{1+n}{n} - \frac{[N]_{br}}{1+n} \frac{1+n}{n} = [N]_{br} \quad (11)$$

При величине предварительного напряжения болта, принятой по п. 12.3.2 [9] и равной $N^{pn} = 0,9[N]_{br}$ (близкой к несущей способности болта), болт может воспринять дополнительное усилие величиной до

$$P = [N]_{br} \frac{1+n}{n} - \frac{0,9[N]_{br}}{1+n} \frac{1+n}{n} = (1 - \frac{0,9}{10n})[N]_{br} \approx (0,52...0,71)[N]_{br} \quad (12)$$

что существенно меньше, чем при $N^{pn} = N_{opt}^{pn}$.

Выводы: Для обеспечения нормальной работы фланцевых соединений во избежание потери несущей способности болта и исключения возможности сдвига соединения, при расчете фланцевых соединений растянутых и изгибаемых строительных конструкций можно рекомендовать величину предварительного натяжения болтов диаметром от 20 до 36 мм и толщиной пакета фланцев соединения от 40 до 72 мм, определяемую по (10) с учетом (6).

Список литературы

1. Сон, М.П. Фланцевые соединения в строительных конструкциях / М.П. Сон. – Текст: непосредственный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 1. – С. 125-136.
2. Вдовенко, Н.В. К вопросу об определении предельной несущей способности болтов во фланцевых соединениях изгибаемых конструкций / Н.В. Вдовенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 5-3 (59). С. 23-28.
3. Сон, М.П. Математическое моделирование фланцевых соединений в программном комплексе ANSYS / М.П. Сон, С.А. Савич, А.Д. Землянухин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6-3 (60). – С. 164-167.
4. Марутян, А.С. Фланцевые соединения металлических конструкций / А.С. Марутян, П.С. Чернов // Современная наука и инновации. Северо-Кавказский федеральный университет. – 2015. – №1(9). – С.70-79
5. Couchaux, M. Bolted circular flange connections under static bending moment and axial force / M. Couchaux, M. Hijaia, I. Ryanb, A. Bureaub // Journal of Constructional Steel Research. – June 2019. – P. 314-336.
6. Li, B. Research on Load Distribution Characteristics for Web-flange Splice Structures / B. Li, Y. Zhao, J. Liu // China Mechanical Engineering. – 2019. – № 30(9). – P. 1041-1048.
7. ГОСТ 27757-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения = Reliability for constructions and foundations. General principles : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. N 1974-ст : введен впервые. – Введен 2015-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 23 с.
8. Экспериментальное определение местной жесткости пакета фланцев напрягаемым болтом / Д.М. Вольная, В.С. Золотарев, А.Н. Степаненко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2019. – Вып. 19. – С. 41-45.
9. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования = The construction of steel. Design rules : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2017 г. N 828/пр. – Введен 2017-12-01. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 167 с.
10. Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций: утвержден 14.09.1988 ЦНИИПСК им Мельникова 13.09.1988, ВНИПИ Промстальконструкция Минмонтажспецстроя СССР. – Введен 1988-09-13. – Москва : ЦБНТИ Минмонтажспецстроя 1989. – 54 с.

© Н. Л. Тишков, А. Н. Степаненко, А. В. Белов

Ссылка для цитирования:

Н. Л. Тишков, А. Н. Степаненко, А. В. Белов Оптимальное усилие предварительного напряжения болтов во фланцевом стыке // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 8–11.

УДК 622.691.5

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

А. С. Мясников, Т. В. Ефремова

Частное профессиональное образовательное учреждение

«Газпром колледж Волгоград» (г. Волгоград, Россия)

Институт архитектуры и строительства

Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград, Россия

В работе рассматривается математическая модель определения расчетной пропускной способности редуцирующего оборудования при различных гидравлических показателях газового потока. Приведен сравнительный анализ расчетных показателей пропускной способности с паспортными данными и величиной допустимого отклонения. По результатам исследования определено, что производители редуцирующей арматуры для определения максимальной пропускной способности регуляторов давления используют разные методики, что усложняет определение пропускной способности как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации. Предлагается производителями газового оборудования рассмотреть возможность включения в руководство по эксплуатации регуляторов давления газа единой методики расчетов для снижения количества ошибок при подборе оборудования и чрезвычайных ситуаций при работе пунктов редуцирования газа.

Ключевые слова: регулятор давления газа, пропускная способность, математическая модель, погрешность вычислений.

STUDY OF THE MATHEMATICAL MODEL OF DEFINITION GAS CAPACITY OF GAS PRESSURE REGULATORS

A. S. Myasnikov, T. V. Efremova

Private vocational educational institution Gazprom College Volgograd, Volgograd, Russia

Institute of Architecture and Construction of Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

The paper considers a mathematical model for determining the estimated throughput of reducing equipment for various hydraulic indicators of the gas flow. A comparative analysis of the calculated throughput indicators with passport data and the value of the permissible deviation is given. According to the results of the study, it was determined that manufacturers of pressure reducing valves use different methods to determine the maximum throughput of pressure regulators, which complicates the determination of throughput both at the design stage and at the operational stage. It is proposed that manufacturers of gas equipment consider the possibility of including a single calculation method in the operating manual of gas pressure regulators to reduce the number of errors in the selection of equipment and emergency situations during the operation of gas reduction points.

Keywords: gas pressure regulator, throughput, mathematical model, calculation error.

При проектировании сетей газоснабжения населенных мест и зданий различного назначения в профессиональной деятельности инженера-проектировщика возникает необходимость выполнения ряда технических расчетов, включая определение пропускной способности и проверку устойчивости работы регуляторов давления пунктов редуцирования газа (далее – ПРГ).

Производители регуляторов давления при определении пропускной способности, указываемой в паспорте оборудования, могут использовать следующие источники для поиска наиболее подходящей методики, а именно: нормативно-техническая документация [1, 2]; техническая литература [3, 4].

В случае если результаты вычислений по методикам, указанным в выше приведенных источниках, не соответствуют фактической пропускной способности регуляторов давления, производители разрабатывают свою методику, которую указывают в паспорте оборудования. Зачастую многие производители редуцирующего газового оборудования не указывают в руководствах по эксплуатации математических выражений для вычисления пропускной способности при различных гидравлических показателях газового потока, а приводят конкретные данные в табличной форме. Наличие единой методики может представлять интерес для работников газораспределительных организаций как на стадии проектирования при подборе оборудования, так и на стадии эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления при определении пропускной способности при различных гидравлических параметрах газового потока с целью недопущения выхода за границы диапазона устойчи-

вой работы (10–80 %) редуцирующего оборудования [3].

В связи с этим, целью работы является определение по существующим методикам пропускной способности некоторых регуляторов давления, сравнения полученных показателей с паспортными значениями и величиной допустимого отклонения.

В качестве исследуемых регуляторов давления в работе рассматриваются следующие марки отечественного и импортного оборудования: РДНК-400; FE-25L; РДГК-10; Venio B-3; A-149 [5–7].

В качестве исследуемых математических зависимостей для определения пропускной способности регуляторов давления газа рассматриваются следующие выражения:

1) выражение (19) [2]:

$$Q_2 = Q_1 \frac{P_1' \varphi_1'}{P_1 \varphi_1 \sqrt{\rho_0' / \rho_0}}, \quad (1)$$

где Q_2 – пропускная способность, м³/ч, при t , °С, и $P_{\text{бар}} = 0,1033$ МПа со значениями P_0' , φ_0' и ρ_0' отличными от приведенных в паспорте на регулятор;

Q_1 – пропускная способность при P_1 , φ_1 , ρ_0 согласно паспортным данным;

P_1 – входное абсолютное давление, МПа;

φ_1 – коэффициент по отношению P_2/P_1 ;

P_2 – выходное абсолютное давление, МПа;

ρ_0 – плотность газа, кг/м³, при $t = 0$ °С и $P_{\text{атм}} = 0,1033$ МПа;

P_1, φ, ρ_0 – принятые данные при использовании других параметров газа.

2) выражение (2.18) [3]:

$$Q_2 = 25900 \cdot \alpha \cdot F \cdot \varphi \cdot P_1 / \sqrt{\rho \cdot (273 + t_1)}, \quad (2)$$

где α – коэффициент расхода;

F – площадь седла, см²;

φ – коэффициент по отношению P_2/P_1 ;

P_2 – выходное абсолютное давление, МПа;

P_1 – входное абсолютное давление в регулятор, МПа;

ρ – плотность газа, кг/м³;

t_1 – температура газа, °С.

3) выражения (3.19), (3.20) [4]:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \sqrt{\frac{\rho_0^T \cdot \Delta P \cdot P_2}{\Delta P^T \cdot P_2^T \cdot \rho_0}}, \quad (3)$$

если соотношении $\frac{P_2}{P_1} > 0,5$:

$$Q_2 = 0,5 \cdot Q_1 \cdot P_1 \cdot \sqrt{\frac{\rho_0^T}{\Delta P^T \cdot P_2^T \cdot \rho_0}}, \quad (4)$$

где индекс «Т» – табличное (паспортное) значение параметра;

ΔP и ΔP^T – перепад давления в регуляторе, МПа;

ρ_0^T и ρ_0 – плотность газа, м³/ч;

P_2^T и P_2 – абсолютное выходное давление газа, МПа;

P_1 – абсолютное входное давление газа, МПа.

На примере рассматриваемого в работе оборудования проведено исследование математических зависимостей (1-4) по определению пропускной способности регуляторов, последующее сравнение полученных данных с паспортными и определение относительной по-

грешности вычислений по каждому из выражений. За допустимую относительную погрешность вычислений в работе принимается величина, не превышающая 10 % [1].

Результаты, полученные в исследовании, представлены в таблицах 1–5 и на рисунках 1–5.

Анализ результатов исследования (табл. 1, рис.1) на примере регулятора РДНК-400 показал, что пропускная способность, вычисленная по выражениям (1-4), отличается от показателей, указанных в паспорте оборудования [5]. Значительно отличаются от паспортных значений показатели, вычисленные по выражениям (3), (4), а средняя арифметическая относительная погрешность составила 35,6%, что значительно превышает допустимую величину [1]. Показатели пропускной способности, вычисленные по выражениям (1), (2) дали абсолютно одинаковые результаты, а средняя арифметическая относительная погрешность составила 8,5%, что не превышает допустимого показателя. Таким образом, в связи с отсутствием в паспорте регулятора РДНК-400 рекомендуемой методики вычисления, можно принять выражения (1) или (2) как рекомендуемые при определении пропускной способности регулятора РДНК-400.

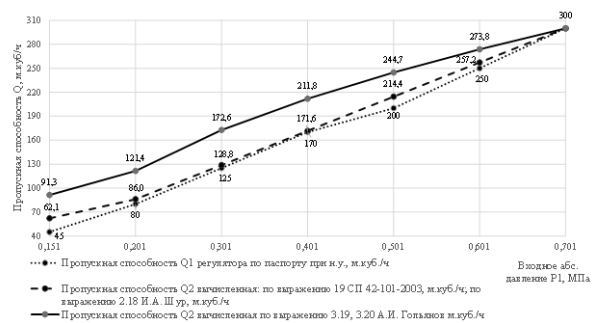


Рис. 1. Пропускная способность регулятора давления РДНК-400 по паспорту и при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Таблица 1

Результаты исследований пропускной способности регулятора давления РДНК-400 при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Марка регулятора давления	РДНК-400							
	1	2	3	4	5	6	7	
Входное абс. давление перед регулятором по паспорту P_1 , МПа	0,151	0,201	0,301	0,401	0,501	0,601	0,701	
Пропускная способность Q_1 регулятора по паспорту при н.у., м ³ /ч	45	80	125	170	200	250	300	
Выражение 1	Пропускная способность Q_2 , м ³ /ч	62,1	86,0	128,8	171,6	214,4	257,2	300,0
	Относительная погрешность Δ , %	38,1	7,5	3,1	0,9	7,2	2,9	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность $\Delta_{ср.ариф.}=8,5\%$								
Выражение 2	Пропускная способность Q_2 , м ³ /ч	62,1	86,0	128,8	171,6	214,4	257,2	300,0
	Относительная погрешность Δ , %	38,1	7,5	3,1	0,9	7,2	2,9	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность $\Delta_{ср.ариф.}=8,5\%$								
Выражения 3, 4	Пропускная способность Q_2 , м ³ /ч	91,3	121,4	172,6	211,8	244,7	273,8	300,0
	Относительная погрешность Δ , %	102,8	51,8	38,1	24,6	22,4	9,5	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность $\Delta_{ср.ариф.}=35,6\%$								

Результаты исследования на примере регулятора FE-25L (табл. 2, рис. 2) показали, что полученные по выражениям (1-4) показатели пропускной способности значительно отличаются от паспортных значений [6], а средняя арифметическая относительная погрешность составляет соответственно 72,6 %, 72,6 % и 35,0 %. Следовательно, для регулятора FE-25L для определения пропускной способности выражения (1-4) использовать нельзя, поскольку показатели средней арифметической относительной погрешности превышают допустимую величину [1].

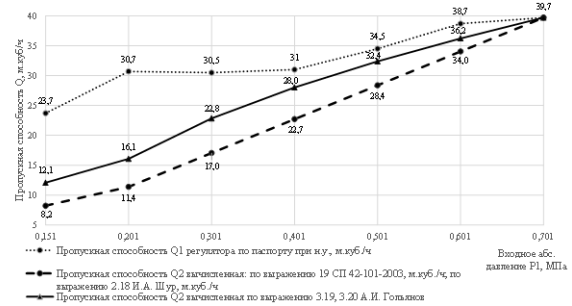


Рис. 2. Пропускная способность регулятора давления FE-25L по паспорту и при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Таблица 2

Результаты исследований пропускной способности регулятора давления FE-25L при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Марка регулятора давления	FE-25L							
	1	2	3	4	5	6	7	
Входное абс. давление перед регулятором по паспорту P ₁ , МПа	0,151	0,201	0,301	0,401	0,501	0,601	0,701	
Пропускная способность Q ₁ регулятора по паспорту при н.у., м³/ч	23,7	30,7	30,5	31,0	34,5	38,7	39,7	
Выражение 1	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	8,2	11,4	17,0	22,7	28,4	34,0	39,7
	Относительная погрешность Δ, %	188,2	169,7	78,9	36,5	21,6	13,7	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =72,6%								
Выражение 2	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	8,2	11,4	17,0	22,7	28,4	34,0	39,7
	Относительная погрешность Δ, %	188,2	169,7	78,9	36,5	21,6	13,7	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =72,6%								
Выражения 3, 4	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	12,1	16,1	22,8	28,0	32,4	36,2	39,7
	Относительная погрешность Δ, %	96,2	91,0	33,5	10,6	6,5	6,8	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =35,0%								

Анализ результатов исследования на примере регулятора РДГК-10 (табл. 3) показал, что пропускная способность, вычисленная по выражениям (3), (4) имеет незначительные отклонения от паспортных значений [5], а средняя арифметическая относительная погрешность не превысила допустимого показателя [1] и составила 7,2%. Показатели пропускной способности, вычисленные по выражениям (1), (2) дали одинаковые результаты, а средняя

арифметическая относительная погрешность составила 26,7 %, что превышает допустимый показатель. Таким образом, в связи с отсутствием в паспорте регулятора РДГК-10 рекомендуемой методики вычисления, можно принять выражения (3), (4) как рекомендуемые при определении пропускной способности регулятора РДГК-10.

Таблица 3

Результаты исследований пропускной способности регулятора давления РДГК-10 при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Марка регулятора давления	РДГК-10							
	1	2	3	4	5	6	7	
Входное абс. давление перед регулятором по паспорту P ₁ , МПа	0,151	0,201	0,301	0,401	0,501	0,601	0,701	
Пропускная способность Q ₁ регулятора по паспорту при н.у., м³/ч	4,0	8,0	9,0	11,0	13,0	14,0	15,5	
Выражение 1	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	3,2	4,4	6,7	8,9	11,1	13,3	15,5
	Относительная погрешность Δ, %	24,6	80,0	35,2	24,1	17,4	5,4	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =26,7%								
Выражение 2	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	3,2	4,4	6,7	8,9	11,1	13,3	15,5
	Относительная погрешность Δ, %	24,6	80,0	35,2	24,1	17,4	5,4	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =26,7%								
Выражения 3, 4	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	4,7	6,3	8,9	10,9	12,6	14,1	15,5
	Относительная погрешность Δ, %	17,9	27,5	0,9	0,5	2,8	1,0	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =7,2%								

Анализ результатов исследования на примере регулятора Venio B-3 (рис. 3, табл. 4) показал, что пропускная способность, вычисленная по выражениям (1), (2) имеет одинаковые показатели и незначительно отличается от паспортных значений [5], а средняя арифметическая относительная погрешность не превысила допустимого показателя [1] и составила 8,1 %.

Показатели пропускной способности, вычисленные по выражениям (3), (4), значительно отличаются от паспортных значений по сравнению с результатами вычислений по зависимостям (1), (2). Средняя арифметическая относительная погрешность составила 17,8 %, что превышает допустимый показатель. Таким образом, в связи с отсутствием в паспорте регулятора Venio B-3 рекомендуемой методики вычисления можно при-

нять выражения (1) или (2) как рекомендуемые при определении пропускной способности этого регулятора.

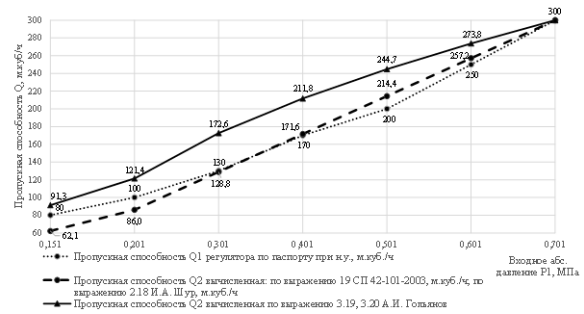


Рис. 3. Пропускная способность регулятора давления Venio B-3 по паспорту и при вычислении по математическим зависимостям (1–4)

Таблица 4

Результаты исследований пропускной способности регулятора давления Venio B-3 при вычислении по математическим зависимостям (1–4)

Марка регулятора давления		Venio B-3						
Входное абс. давление перед регулятором по паспорту P ₁ , МПа		1	2	3	4	5	6	7
Пропускная способность Q ₁ регулятора по паспорту при н.у., м³/ч		80	100	130	170	200	250	300
Выражение 1	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	62,1	86,0	128,8	171,6	214,4	257,2	300,0
	Относительная погрешность Δ, %	28,7	16,3	0,9	0,9	7,2	2,9	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =8,1%								
Выражение 2	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	62,1	86,0	128,8	171,6	214,4	257,2	300,0
	Относительная погрешность Δ, %	28,7	16,3	0,9	0,9	7,2	2,9	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =8,1%								
Выражения 3, 4	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	91,3	121,4	172,6	211,8	244,7	273,8	300,0
	Относительная погрешность Δ, %	14,1	21,4	32,8	24,6	22,4	9,5	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =17,8%								

Анализ результатов исследования на примере регулятора A-149 (рис. 4, табл. 5) показал, что пропускная способность, вычисленная по выражениям (3), (4) имеет незначительные отклонения от паспортных значений [7], а средняя арифметическая относительная погрешность не превысила допустимого показателя [1] и составила 6%, что является минимальным значением среди всех ранее полученных в исследовании показателей.

Значения пропускной способности, вычисленные по выражениям (1), (2) дали абсолютно одинаковые результаты, а средняя арифметическая относительная погрешность составила 31,4%, что превышает допустимый показатель. Таким образом, в связи с отсутствием в паспорте регулятора A-149 рекомендуемой методики вычисления, можно принять выражения (3), (4) как рекомендуемые при определении пропускной способности регулятора A-149.

Таблица 5

Результаты исследований пропускной способности регулятора давления A-149 при вычислении по математическим зависимостям (1–4)

Марка регулятора давления		A-149						
Входное абс. давление перед регулятором по паспорту P ₁ , МПа		1	2	3	4	5	6	7
Пропускная способность Q ₁ регулятора по паспорту при н.у., м³/ч		280	400	600	650	750	900	900,0
Выражение 1	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	186,4	258,1	386,4	514,8	643,2	771,6	900,0
	Относительная погрешность Δ, %	50,2	55,0	55,3	26,3	16,6	16,6	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =31,4%								
Выражение 2	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	186,4	258,1	386,4	514,8	643,2	771,6	900,0
	Относительная погрешность Δ, %	50,2	55,0	55,3	26,3	16,6	16,6	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =31,4%								
Выражения 3, 4	Пропускная способность Q ₂ , м³/ч	273,8	364,3	517,9	635,3	734,2	821,3	900,0
	Относительная погрешность Δ, %	2,3	9,8	15,9	2,3	2,1	9,6	0,0
Средняя арифметическая относительная погрешность Δ _{ср.ариф.} =6,0%								

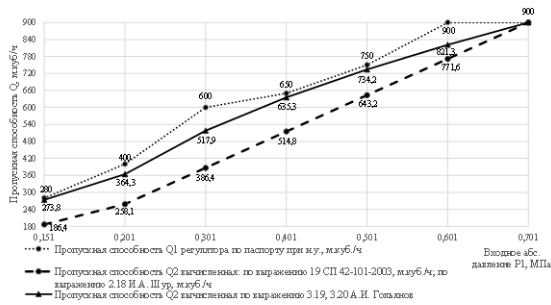


Рис. 4. Пропускная способность регулятора давления А-149 по паспорту и при вычислении по математическим зависимостям (1-4)

Анализ результатов исследования зависимостей (1–4), показал, что пропускная способность регуляторов по паспорту при н.у., отличается от пропускной способности, определенной при н.у. по выражениям (1–4), рекомендуемых в технической литературе и нормативно-технической документации. Величина средней арифметической относительной погрешности, для исследуемых в работе регуляторов, изменяется в интервале 6–72,6 %.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56019-2014. Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2014 г. № 424-ст: введен впервые: дата введения 2015-01-01/ разработан Открытым акционерным обществом «Газпром промгаз» (ОАО «Газпром газораспределение»). - Москва: Стандартинформ, 2014. - 22 с.
2. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб: принят и введен в действие решением Межведомственного координационного совета по вопросам технического совершенствования газораспределительных систем и других инженерных коммуникаций, протокол от 8 июля 2003 г. № 32: введен впервые: дата введения 2003-07-08/разработан коллективом ведущих специалистов ОАО «ГипроНИИгаз, АО «ВНИИСТ», ОАО «МосгазНИИпроект», ОИ «Омскгазтехнология», ЗАО «Надежность», Госгортехнадзора России, Гостроя России и ряда газораспределительных хозяйств России при координации ЗАО «Полимергаз». - Москва: ЗАО «Полимергаз», 2006 - 167 с.
3. Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки/ И.А. Шур – Л.: Недра, 1985. - 288 с.
4. Гольянов А.И. Газовые сети и газохранилища: Учебник для вузов/ А.И. Гольянов: - Уфа: ООО «Издательство научно-технической литературы «Монография», 2004 - 303 с.
5. Карякин Е.А. Промышленное газовое оборудование: справочник 6-е изд., перераб. и доп. - Саратов: Газовик/ Карякин, П.Н. Багров, Л.К. Брук и др., 2013 - 1280 с.
6. Руководство по эксплуатации регулятора давления газа FE - 25 «Pietro Fiorentini». - URL: <https://www.volggas.ru/regul/tablgreg.html> (дата обращения 26.01.2020). - Текст: электронный.
7. Руководство по эксплуатации регулятора давления газа А/149 «Tartarini». - URL: <https://gazmashstroj.ru/index.php/regulatory-davleniya/tartarini-a-140-b-240/regulatory-davleniya-gaza-a-149-a-149-artartarini> (дата обращения 26.01.2020). - Текст: электронный.

© Т. В. Ефремова, А. С. Мясников

Ссылка для цитирования:

Т. В. Ефремова, А. С. Мясников. Исследование математической модели определения пропускной способности регуляторов давления газа // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020№ 1 (31). С. 11–16.

УДК 662.951

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

П. В. Вишнякова, Т. В. Ефремова

Института архитектуры и строительства

Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград, Россия

В данной статье предлагается методика по определению коэффициента работоспособности пункта редуцирования газа, позволяющего определить необходимость реконструкции ПРГ и уровень технического переоборудования: текущий ремонт оборудования, капитальный ремонт или полная замена пункта редуцирования газа. Предлагается математическое выражение, с помощью которого определяется значение коэффициента работоспособности ПРГ. Выражение для определения работоспособности ПРГ складывается из определенного числа основных и вспомогательных коэффициентов, каж-