

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫБОРЕ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НА СЕТЯХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

*А. А. Гордеев<sup>1</sup>, О. В. Пазушкина<sup>2</sup>, А. Р. Ханова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Начальник группы ВДГО/ВКГО, ООО «Газпром газораспределение Ульяновск», студент УлГТУ, Ульяновск, Россия, gordeev@ulgaz.ru

<sup>2</sup> Доцент кафедры нефтегазового дела Инженерного факультета Международного института, УлГТУ, Ульяновск, Россия, o.pazushkina@yandex.ru

<sup>3</sup> Студент, УлГТУ, Ульяновск, Россия, khanova02@mail.ru

### **Аннотация**

При принятии управленческого решения по выбору запорной арматуры в качестве узла замены при проведении первоначального монтажа или капитального ремонта, необходимо основываться на технико-экономических расчетах для получения экономического и энергосберегающего эффекта при последующей эксплуатации газопровода.

**Ключевые слова:** запорная арматура, газовый колодец, задвижка, подземный шаровой кран в бесколодезном исполнении.

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF OPERATING COSTS WHEN SELECTING FITTINGS ON GAS DISTRIBUTION NETWORKS**

*A. A. Gordeev<sup>1</sup>, O. V. Pazushkina<sup>2</sup>, A. R. Khanova<sup>3</sup>*

### **Abstract**

When making a management decision to select an isolation valve as a replacement unit during initial installation or a major overhaul, technical and economic calculations must be based to obtain economic and energy saving effects during the subsequent operation of the pipeline.

**Keywords:** shut-off valve, gas well, gate valve, underground ball valve in well-free design.

**Введение.** Сравнительный анализ эксплуатационных затрат при выборе запорной арматуры на сетях газораспределения является важным шагом при проектировании и эксплуатации таких систем. Запорная арматура является ключевым компонентом газораспределительных сетей, обеспечивающим регулирование и контроль потока газа.

Авторами проведен сравнительный анализ различных типов запорной арматуры на основе эксплуатационных затрат. Эксплуатационные затраты включают расходы на приобретение, установку, техническое обслуживание и ремонт запорной арматуры.

Основной целью данного исследования является определение наиболее эффективного и экономически выгодного типа запорной арматуры, который обеспечивает надежную работу системы газораспределения при минимальных эксплуатационных затратах.

Материал деталей арматуры и сварные соединения, находящиеся под давлением и соприкасающиеся с рабочей средой, в пределах установленных показателей долговечности и назначенных показателей должен удовлетворять следующим требованиям [1]: обеспечивать допустимый запас прочности; обладать достаточной коррозионной стойкостью к рабочей и окружающей среде; не содержать внутренних и внешних дефектов, влияющих на безопасность.

При выборе материалов для деталей арматуры учитывают заданные условия эксплуатации: расчетное давление; минимальная температура окружающей среды; максимальная температура рабочей среды; химический состав и свойства рабочей (взрывоопасность, наличие примесей, приводящих к эрозионному износу) и окружающей среды (коррозионная активность).

Проведение сравнительного анализа эксплуатационных затрат позволяет выбрать оптимальную запорную арматуру, учитывая все вышеперечисленные факторы.

Результаты данного исследования могут быть полезными для проектировщиков и эксплуатационных специалистов газораспределительных систем при выборе запорной арматуры.

Сравнительный анализ эксплуатационных затрат позволит оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность работы систем газораспределения.

**Материалы и методы.** Для проведения сравнительного анализа в качестве примера были взяты объекты газораспределения, расположенные на территории Ульяновской области:

1. Проводится мониторинг состояния сетей газораспределения с газовыми колодцами и осмотр технического состояния сетей газораспределения с подземными шаровыми кранами.

2. Проводятся расчеты затрат на техническое обслуживание и технический осмотр газового колодца; затрат на техническое обслуживание и технический осмотр подземного шарового крана.

3. Сопоставляются виды работ, включающие проверку состояния газового колодца с задвижкой и подземного шарового крана в бесколодезном исполнении.

4. Определяются ежегодные затраты на технический ремонт и обслуживание одного газового колодца совместно с запорной арматурой и затраты на обслуживание подземного шарового крана в бесколодезном исполнении. Оценка затрат ведется согласно действующих расценок газораспределительной организации на территории Ульяновской области.

5. Рассчитывается годовая экономия газа  $\Delta Q_{г}$ , м<sup>3</sup>/год, объекта газораспределения по формуле

$$\Delta Q_{\Gamma} = 3,57 \cdot \tau_{\phi} \cdot 10^{-5} \cdot \eta \cdot P_{\Gamma} \cdot m \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M}{273+t}} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot N, \quad (1)$$

где  $\tau_{\phi}$  – фактическая годовая продолжительность периода замены задвижки на шаровые краны,  $\tau_{\phi}$  принимается равной 1 ч/год;  $P_{\Gamma}$  – избыточное давление газа в системе, составляет  $0,6 \cdot 10^6$  Па;  $\eta$  – коэффициент запаса, при  $P_{\Gamma} \geq 2 \cdot 10^5$  Па коэффициент  $\eta$  равен 2;  $m$  – коэффициент негерметичности, характеризующий падение давление газа в системе,  $m$  принимается 0,001 1/ч;  $D_N$  – номинальный диаметр газопровода,  $D_N$  составляет 250 мм;  $V$  – объем газопровода между отключающими устройствами,  $V = 100,48$  м<sup>3</sup> при секционировании газопровода длиной 2000 м;  $t$  – температура газа,  $t = 20$  °С;  $\rho$  – плотность газа,  $\rho = 0,66692$  кг/м<sup>3</sup>;  $M$  – молекулярная масса газа,  $M = 16,043$  кг/кмоль;  $N$  – количество шаровых кранов, установленных в качестве запорной арматуры на газопроводе за отчетный период, составляет 37 шт/год.

6. Рассчитывается экономический эффект эксплуатации по формуле

$$\mathcal{E}_{\phi} = (Z_{\text{зад}} - Z_{\text{тик}}) \cdot N + \Delta Q_{\Gamma} \cdot \mathcal{C}, \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_{\phi}$  – экономический эффект, руб/год;  $Z_{\text{зад}}$  – затраты на эксплуатацию задвижки, руб/год;  $Z_{\text{тик}}$  – затраты на эксплуатацию подземных шаровых кранов, руб/год;  $N$  – количество шаровых кранов, установленных в качестве запорной арматуры на газопроводе, шт;  $\Delta Q_{\Gamma}$  – годовая экономия газа, м<sup>3</sup>/год;  $\mathcal{C}$  – стоимость природного газа, на территории Ульяновской области по состоянию на 01.01.2023, руб/м<sup>3</sup>.

**Результаты и обсуждение.** Применяемая запорная арматура на сетях газораспределения должна обеспечивать допустимый запас прочности, обладать достаточной коррозионной стойкостью к рабочей и окружающей среде. Запорная арматура подбирается с учетом исключения взаимного химического воздействия при соединении различных материалов.

В соответствии с техническим паспортом газораспределительной организации ООО «Газпром газораспределение Ульяновск» по состоянию на 01.01.2023 на территории Ульяновской области находится в эксплуатации 37 задвижек диаметром 250 мм в колодезном исполнении.

В соответствии с [2] проверка состояния газовых колодцев входит в мониторинг состояния сетей газораспределения, при этом выполняются следующие работы (таблица 1):

- обход и осмотр трассы подземного газопровода;
- проверка на загазованность газовых колодцев и камер (колодцев) инженерных подземных сооружений (коммуникаций);
- техническое обслуживание отключающих устройств на подземном газопроводе;
- очистка газового колодца от грязи и посторонних предметов;
- откачка воды из газового колодца;
- проверка работоспособности затвора частичным перемещением запирающего элемента;

– оформление результатов обхода трассы газопровода.

При осмотре технического состояния сетей газораспределения с подземными шаровыми кранами выполняются следующие работы (таблица 2):

– обход и осмотр трассы подземного газопровода;

– проверка работоспособности затвора частичным перемещением запирающего элемента;

– оформление результатов обхода трассы газопровода.

**Таблица 1** – Затраты на техническое обслуживание и технический осмотр газового колодца

№	Пункт прейскуранта цен	Наименование работ	Единица	Стоимость (без НДС), руб	Количество
1	5.1.1	Обход и осмотр трассы подземного уличного газопровода	км	452	2
2	5.1.5	Проверка на загазованность газовых колодцев и камер (колодцев) инженерных подземных сооружений (коммуникаций) – лето	колодец	59	2
3	5.1.5	Проверка на загазованность газовых колодцев и камер (колодцев) инженерных подземных сооружений (коммуникаций) крышек с очисткой колодцев от снега и льда – зима	колодец	70,8	2
4	5.1.13	Оформление результатов обхода трассы газопровода	рапорт	157	2
5	5.1.23	Техническое обслуживание отключающих устройств и линзовых компенсаторов на подземном газопроводе при глубине колодца 1-3 м и диаметре задвижки 151-300 мм	задвижка	1308	1
6	5.1.33	Очистка газового колодца от грязи и посторонних предметов при глубине колодца до трех метров со смазкой арматуры	колодец	1420	1
7	5.1.35	Откачка воды из газового колодца	колодец	525	1
8	5.1.39	Проверка работоспособности затвора частичным перемещением запирающего элемента	кран, задвижка	61	2

Итого: 5823 рублей/год (с НДС)

**Таблица 2** – Затраты на техническое обслуживание и технический осмотр подземного шарового крана

№	Пункт прейскуранта цен	Наименование работ	Единица	Стоимость (без НДС), руб	Количество
1	5.1.1	Обход и осмотр трассы подземного уличного газопровода	км	452	2
2	5.1.13	Оформление результатов обхода трассы газопровода	рапорт	157	2
3	5.1.39	Проверка работоспособности затвора частичным перемещением запирающего элемента	кран, задвижка	61	2

Итого: 1608 рублей/год (с НДС)

Стоимость работ оценена в соответствии с [3]. При сопоставлении видов работ, входящих в проверку состояния газового колодца с задвижкой и подземного шарового крана в бесколодезном исполнении согласно [4], с действующими расценками газораспределительной организации на территории Ульяновской области [3, 5] определено, что ежегодные затраты на технический осмотр и обслуживание одного газового колодца совместно с запорной арматурой составляют 5823 рублей, а затраты на обслуживание подземного шарового крана в бесколодезном исполнении – 1608 рублей.

При этом возведение железобетонных колодцев и камер, необходимых для контроля и обслуживания арматуры, подразумевает значительные последующие эксплуатационные затраты на чистку и ремонт.

К недостаткам использования бетонных колодцев можно отнести: отсутствие герметичности вследствие агрессивного воздействия коррозии; смещение частей колодца из-за его подверженности циклам замерзания/оттаивания; возникновение опасности с точки зрения экологии, необходимость регулярной чистки из-за скопления различных загрязнений на стенах конструкции.

Энергосберегающий эффект при применении в качестве запорной арматуры вместо традиционных задвижек современных подземных шаровых кранов с необслуживаемыми сальниковыми камерами достигается в результате повышения герметичности системы газоснабжения и уменьшения вследствие этого эксплуатационных утечек газа.

Годовая экономия газа [6] составляет  $\Delta Q_r = 4,4 \text{ м}^3/\text{год}$ . Экономический эффект эксплуатации –  $\Delta \phi = 156 \text{ тыс.руб/год}$ .

**Закключение.** Применение подземных шаровых кранов вместо газовых задвижек в колодезном исполнении позволяет достичь значительного технико-экономического эффекта; исключить затраты на текущий ремонт и содержание и избавиться от угроз затопления и промерзания колодцев. Кроме того, применение подземных шаровых кранов вместо газовых задвижек в колодезном исполнении позволяет обезопасить своих сотрудников от работ в колодцах и камерах.

Установка подземных шаровых кранов снижает сроки монтажа и сокращает количество соединений арматуры.

### Список цитированных источников

1. СТО ГАЗПРОМ 2-4.1-212-2008 «Общие технические требования к трубопроводной арматуре, поставляемой на объекты ОАО «Газпром»: утвержден и введен в действие Распоряжением ОАО «Газпром» – от 30 ноября 2007г. № 426 / разработан Ассоциацией «Высоконадежный трубопроводный транспорт», ЗАО «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения», ДООАО «Оргэнергогаз» – Москва, 2008. – 91 с.
2. ГОСТ Р 34741–2021. Системы газораспределительные. Требования к эксплуатации сетей газораспределения природного газа: межгосударственный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2021 г. № 1191-ст: введен впервые: дата введения 2022-06-01 / разработан АО «ГипроНИИгаз». – Москва: Российский институт стандартизации, 2021. – 110 с.; – Текст: непосредственный.
3. Прейскурант цен ООО «Газпром газораспределение Ульяновск» на услуги по техническому обслуживанию и ремонту систем газоснабжения на 01.01.2023: утвержден приказом ООО «Газпром газораспределение Ульяновск» от 28.12.2022 № 1095 «О прейскуранте цен на услуги по техническому обслуживанию и ремонту систем газоснабжения»/ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ul-gaz.ru/images/docs/tovdgo/preiskurant\\_cen\\_2023.pdf](http://www.ul-gaz.ru/images/docs/tovdgo/preiskurant_cen_2023.pdf) – 74с. (дата обращения 27.06.2023).
4. СТО Газпром газораспределение 2.8. – 2013 Методика расчета эффективности энергосберегающих и инновационных мероприятий при разработке и реализации программ ОАО «Газпром газораспределение»: утвержден и введен в действие Приказом ОАО «Газпром газораспределение» от 15 апреля 2013г. № 126 / разработан ОАО «Газпром промгаз». – Санкт-Петербург, 2013. – 134 с.
5. Приказ Агентства по регулированию цен и тарифов Ульяновской области от 28.06.2022 № 43-П «Об установлении розничных цен на газ, реализуемый населению на территории Ульяновской области, за исключением розничных цен на сжиженный газ» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/7301202206290001?index=0&rangeSize=1> (дата обращения 27.06.2023).
6. Пазушкина, О. В., Гордеев, А. А. Оценка технического состояния газопроводов / О. В. Пазушкина, А. А. Гордеев. // В сборнике: Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов. В 2-х томах. Тюмень, 2022. С. 204-207.