

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Н.С. Бессонова, О.Н. Медведева

Научный руководитель: профессор, д.т.н. О.Н. Медведева  
Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,  
Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, 410054

E-mail: [medvedeva-on@mail.ru](mailto:medvedeva-on@mail.ru)

В современном понимании Газовый комплекс России берет свое начало с середины 50-х годов прошлого столетия. В этот период в качестве опорных пунктов выступали стационарные газорегуляторные пункты (ГРП), для их изготовления требовалось сооружать полноценное здание, что предопределяло высокую степень централизации и соответствующую структуру распределительных газопроводов. Данный тип ГРП отличался надежностью, удобством эксплуатации, однако их строительство требовало больших временных и денежных затрат. В настоящее время стационарные газорегуляторные пункты не отвечают существующим требованиям строительства и становятся историей. Одним из основных элементов систем газоснабжения выступают газопроводы, на их сооружение расходовалось более половины всех капитальных вложений, при этом порядка 2/3 протяженности газовых сетей приходилось на газопроводы низкого давления [1]. Указанное обстоятельство обуславливало повышенную металлоемкость (материалоемкость) системы, что влекло за собой увеличение стоимости сооружения и эксплуатации систем газоснабжения.

Технико-экономическое обоснование строительства системы (протяженность, диаметр, капиталовложения и др.) определяется рядом факторов, основными из которых являются характер планировки и застройки газоснабжаемого населенного пункта и часовые расходы газа. Как следует из [2], сети низкого давления практически не зависят от размеров населенного пункта и расстояния до газораспределительной станции. При проектировании же сетей среднего и высокого давления выбор точек питания является важным средством оптимизации. Поэтому одним из направлений совершенствования технико-экономических характеристик газораспределительных систем является выбор рациональной «глубины ввода» сетей среднего давления в общую структуру газораспределительной системы [1, 3]. Присоединение газопроводов среднего давления к газопроводам низкого давления приводит к увеличению диаметров газопроводов, требуя, тем самым, дополнительных капиталовложений, но с другой стороны, уменьшаются капиталовложения в сеть низкого давления [4–6 и др.]. Решение вопроса в пользу того или иного варианта зависит от ряда факторов: от размера газоснабжаемого населенного пункта, удаленности от газовых сетей среднего (высокого) давлений; от возможности использования различных типов газогорелочных устройств (их комбинации), характера планировки населенного пункта (характера застройки), плотности газоснабжаемого населения, нагрузки и т.д. В качестве альтернативного способа повышения экономической эффективности систем газоснабжения можно рассматривать использование систем одноступенчатого снижения давления, например, применяя газопроводы среднего давления. Как показывают исследования, системы газоснабжения среднего давления примерно на 20÷30% экономичнее систем низкого давления [2, 3]. В конце 70-х годов прошлого столетия появились работы, основанные на опыте газификации городов США, Франции и рекомендующие для небольших потребителей газа использовать газопроводы среднего и высокого давления. Применение таких схем предполагало установку у каждого потребителя большого числа домовых пунктов редуцирования. Как показывает практика, обеспечение необходимого давления газа на газоиспользующем оборудовании достигается в случае, когда пункт редуцирования размещается как можно ближе к абоненту, так как при этом обеспечивается поддержание давления газа на нужном уровне вне зависимости от изменения расхода газа и обеспечиваются наилучшие условия для сжигания газа [7]. Данное обстоятельство повышает надежность работы и коэффициент полезного действия (КПД) газоиспользующих приборов у всех потребителей за счет равномерной подачи газа. Такие системы с надежными регуляторами небольшой производительности оказываются экономичными и технически более совершенными [6]. В случае повышения величины давления газа, на что не требуется затрат энергии, и установке регуляторов давления у потребителей можно снизить расходы на строительство и эксплуатацию в несколько раз (металлоемкость газопроводов снижается до 40%, что обеспечивает адекватное снижение затрат по сравнению с затратами при двухступенчатой схеме газоснабжения).

В современной газовой практике все более широкое распространение получает вариант газораспределительных систем, предусматривающий двухступенчатые системы газоснабжения с линейными пунктами редуцирования и домовыми стабилизаторами давления газа. В данном варианте газовые сети низкого давления эксплуатируются при повышенном (до 5000 Па) давлении газа с последующим его снижением перед газоиспользующими приборами до номинальной величины (2000 Па) с помощью домовых стабилизаторов давления газа.

В целях обоснования выбора рационального варианта газораспределительных систем были проведены соответствующие технико-экономические исследования. В качестве целевой функции задачи использовались удельные (на одно здание) годовые дисконтированные затраты в систему газоснабжения по комплексу: газовые сети – потребитель [8]. В общем случае, исходные функционалы исследуемой задачи имеют следующий вид (формулы 1–3):

- вариант 1 (двухступенчатая схема с линейными пунктами редуцирования):

$$\Delta Z_A = Z_{гс}^{c/d}(q, s, n) + Z_{пргш}(V, n) + Z_{гс}^{h/d}(q, s, V, \Delta P) + \Delta T \{ \eta_r [P_r(\Delta P), V_{год}] \}; \quad (1)$$

- вариант 2 (одноступенчатая система с индивидуальными пунктами редуцирования):

$$\Delta Z_B = Z_{гс}^{c/d}(q, s) + Z_{пргш} + Z_{гс}^{h/d}(q, s, V, \Delta P); \quad (2)$$

- вариант 3 (двухступенчатая схема с линейными пунктами редуцирования и домовыми стабилизаторами давления газа):

$$\Delta Z_B = Z_{гс}^{c/d}(q, s, n) + Z_{пргш}(V, n) + Z_{гс}^{h/d}(q, s, V, \Delta P) + Z_{зд}, \quad (3)$$

где  $Z_{гс}^{c/d}, Z_{гс}^{h/d}$  – затраты в сети среднего и низкого давления, включая внутриворонные и домовые газопроводы, руб/(год.кв);  $Z_{пргш}$  – затраты в газорегуляторные установки, руб/(год.кв);  $Z_{зд}$  – затраты в домовые стабилизаторы давления газа, руб/(год.кв);  $\Delta T$  – годовая стоимость дополнительно расходуемого газа, руб/(год.кв);  $q$  – плотность населения, чел/м<sup>2</sup>;  $s$  – средняя заселенность квартир, чел/кв;  $n$  – оптимальное количество квартир (домов), подключаемых к одному пункту редуцирования, кв;  $V$  – максимальный часовой расход газа одной квартирой, м<sup>3</sup>/(ч·кв);  $V_{год}$  – годовой расход газа одной квартирой, м<sup>3</sup>/(год. кв);  $\Delta P$  – оптимальный расчетный перепад давления в газопроводах, Па;  $\eta_r$  – КПД газоиспользующих установок, %.

По результатам технико-экономических расчетов было установлено, что в случае газоснабжения потребителей с использованием двухступенчатой системы газоснабжения с домовыми стабилизаторами давления газа обеспечивается снижение годовых дисконтированных затрат в сооружение и эксплуатацию системы газоснабжения:

- по сравнению с вариантом 1):  $\Delta Z = 23,8\%$ ;
- по сравнению с вариантом 2):  $\Delta Z = 33,3\%$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляконис А.Ю. Оптимизация городского газоснабжения. – Л.: Недра, 1989. – 302 с.
2. Берхман Е.И. Экономика систем газоснабжения. – Л.: Недра, 1975. – 375 с.
3. Торчинский Я.М. Оптимизация проектируемых и эксплуатируемых газораспределительных систем. – Л.: Недра, 1988. – 239 с.
4. Гофман-Захаров П.М. О технико-экономических предпосылках построения газоразводящих систем низкого давления // Газовая промышленность. – 1956. – №11. – С. 22-28.
5. Медведева О.Н. Техничко- экономическое обоснование одноступенчатых систем газоснабжения среднего давления с домовыми регуляторами // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газотенергоснабжения. – Саратов: СГТУ, 2007. – №1(2). – С. 25-31.
6. Медведева О.Н. Выбор рациональной области применения одно- и двухступенчатых систем газоснабжения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – №18. – 2010. – С.110-117.
7. Багдасаров В.А. Внутриворонные газовые сети и оборудование. – Л.: Недра, 1974. – 152 с.
8. Медведева О.Н. Моделирование поселковых систем газоснабжения // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – Т.1. – №1 (52). – С. 202-209.