

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ СТОИМОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

В.В. АРТИХОВИЧ,
к.т.н., профессор кафедры
«Теплогазоснабжение
и вентиляция» БНТУ

Е.А. ВОЛЧЕК,
ассистент кафедры
«Теплогазоснабжение
и вентиляция» БНТУ



Одним из основных элементов распределительных систем газоснабжения являются газовые сети. В Беларуси для газоснабжения городов и населенных пунктов широко применяются двухступенчатые распределительные системы с газорегуляторными пунктами (далее — ГРП). В них по сетям высокого или среднего давления транспортируются основные потоки газа, а бытовым и мелким коммунальным потребителям он поставляется по широко развитым сетям низкого давления. Пропускная способность газорегуляторных пунктов составляет $1000 \div 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$, оптимальный радиус действия — $600 \div 800 \text{ м}$. Двух-, трех- и многоступенчатые системы газоснабжения с ГРП являются наиболее разработанными, распространенными классическими городскими системами газоснабжения, надежными и гибкими в эксплуатации. Но они имеют существенный недостаток — большая протяженность наружных газопроводов низкого давления, что приводит к значительным материало- и капиталозатратам.

Для снижения этих затрат используются системы с квартальными (далее — КРП) и домовыми (далее — ДРП) регуляторными пунктами. В таких системах регуляторные пункты располагаются на каждом здании или для группы близко расположенных зданий, а сети низкого давления имеют минимальную протяженность. КРП оборудуются регуляторами давления малой производительности, соответствующей расходу газа примерно на один квартал. Устанавливаются они в шкафах, поэтому КРП значительно дешевле ГРП. Пропускная способность квартального пункта $100 \div 500 \text{ м}^3/\text{ч}$, радиус действия $50 \div 200 \text{ м}$. Наружные сети низкого давления представляют малоразветвленные тупиковые газопроводы, соединяющие отдельные здания квартала с КРП.

В системах с ДРП наружная распределительная сеть бытовых и коммунальных потребителей полностью проектируется среднего или высокого давления. Комбинированные регуляторы давления устанавливаются отдельно для каждого дома в настенных шкафах. Главное достоинство систем с домовыми регуляторными пунктами — это дальнейшее снижение стоимости наружных распределительных газопроводов. В настоящее время такие системы находят все более широкое применение.

Таким образом, в системах с квартирными и домовыми регуляторными пунктами снижение стоимости распределительных газовых сетей достигается только за счет частичного или полного перевода наружных газопроводов на более высокую ступень давления. Внутренние сети при этом не рассматриваются, так как по действующим нормативам в газопроводах жилых и общественных зданий допускается поддерживать только низкое давление.

Нами предлагается вариант снижения материалоемкости и стоимости оставшихся наружных сетей низкого давления в системах с ГРП и КРП, а также внутридомовых систем газоснабжения за счет повышения низкого давления газа на выходе из ГРП (КРП) с 5 до 3 кПа, что не противоречит действующим нормативным документам [1]. Давление перед газоиспользующими приборами необходимо поднять с 1,2 до 2 кПа в соответствии с европейскими стандартами. При повышенном присоединительном давлении могут быть использованы обычные, выпускаемые в настоящее время газовые приборы. Достаточно лишь произвести простые изменения в деталях горелочных устройств, такие как замена сопла,стройка элемента для предварительного дросселирования или настройка регулируемого сопла. Это решение даст возможность и для разработки новых модификаций бытовых газовых приборов. Применение повышенного присоединительного давления позволит увеличить расход первичного воздуха в газовых горелках, что улучшит энергетические характеристики газовых приборов.

В рассматриваемом варианте расчетный перепад давления для всей системы (наружных и внутридомовых газопроводов) составит $\Delta P_p = 3 \text{ кПа}$, из которых 2 кПа приходится на наружную сеть и 1 кПа — на внутридомовые газопроводы. В работе [2] показано, что увеличение давления перед газовыми приборами (до 2 кПа) и расчетного перепада давления для внутридомовой системы (с 600 до 1000 Па) снижает ее металлоемкость на $20 \div 25 \%$.

Выполнен гидравлический расчет распределительных систем газоснабжения низкого давления для нескольких жилых районов различных городов Беларуси с населением $20 \div 30 \text{ тыс. человек}$ на расчетный перепад давления 1200 (существующий) и 2000 Па (предлагаемый).

Сначала определялся годовой расход $V_{год}$, $\text{м}^3/\text{год}$, для рассматриваемых районов городов по выражению:

$$V_{год} = N \cdot n \cdot x \cdot \frac{Q_{год}}{Q_n}, \quad (1)$$

где N — численность населения района, чел;
 n — число расчетных потребителей на 1 тыс. жителей;
 x — степень охвата газоснабжением в долях единицы;

- $Q_{год}$ — нормативный расход газа в тепловых единицах на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды, кДж/год [1];
 Q_n — низшая теплота сгорания газа, кДж/м³.

Затем находилась расчетный расход газа V_p , м³/ч, для сетевого ГРП каждого района как доля годового расхода по формуле:

$$V_{P_{ГРП}} = K_m \cdot V_{год}, \quad (2)$$

где K_m — коэффициент часового максимума [1].

Для определения расчетных расходов газа для участков сети находилась удельный расход $V_{уд}$, м³/(ч·м), на участках с путевым отбором газа:

$$V_{уд} = \frac{V_{P_{ГРП}} - V_{кв.м}}{\sum L_n}, \quad (3)$$

где $V_{кв.м}$ — сосредоточенный расход газа мелкими коммунальными потребителями (столовые, кафе и др.), м³/ч;

$\sum L_n$ — суммарная длина участков с путевым отбором газа, м. Для участков с односторонним отбором газа L_n принималась равной половине их фактической длины, для участков с двухсторонним отбором — $L_n = L$.

По удельному расходу газа определялась величина полного путевого расхода на участках с путевым отбором газа $V_n = V_{уд} \cdot L_n$, м³/ч, и эквивалентного (по создаваемой потере давления) расхода $V_{э} = 0,5 \cdot V_n$, м³/ч, а затем и расчетного на участках V_p , м³/ч, по выражению:

$$V_p = V_{mp} + 0,5 \cdot V_n, \quad (4)$$

где V_{mp} — транзитный расход газа на участке, м³/ч.

После определения расчетных расходов газа по всем участкам подбирались диаметры газопроводов. Расчет начинался с наиболее протяженной и нагруженной ветки. Для нее находилась средняя удельная потеря давления R_{cp} , Па/м, по формуле:

$$R_{cp} = \frac{\Delta P_p}{1,1 \sum L}, \quad (5)$$

где ΔP_p — расчетный перепад давления в сети, Па;

$\sum L$ — суммарная фактическая длина участков газопроводов расчетной ветки, м;
 1,1 — коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях.

На величину R_{cp} ориентируемся при выборе диаметров газопроводов по таблицам или номограммам.

Приняв диаметры участков газопроводов, находятся удельные потери давления на участках R , Па/м, и в случае необходимости в них вносится поправка на плотность газа:

$$R_{\phi} = R \cdot \frac{\rho_o}{\rho_{o,см}}, \quad (6)$$

где R_{ϕ} — фактическая удельная потеря давления, Па/м;

$\rho_{o,см}$ — плотность стандартного газа, кг/м³;

ρ_o — плотность используемого газа, кг/м³.

Далее определялись расчетные длины участков $L_p = 1,1 \cdot L$, м, потери давления на них $R_{\phi} \cdot L_p$, Па, и суммарные потери давления на расчетном направлении $\sum R_{\phi} \cdot L_p$, Па. Если невязка по отношению к распола-

гаемому давлению не превышала допустимую (5 %), то расчет не требовал корректировки.

Затем рассчитывались ответвления и другие ветки системы.

Результаты проведенных расчетов показывают, что повышение давления газа на выходе из ГРП до 5 кПа позволяет снизить материалоемкость и стоимость распределительных сетей низкого давления на 12–15 % за счет снижения диаметров газопроводов [3].

Например, для района города пятиэтажной застройки с населением 23 500 человек, расходом газа 2300 м³/ч и общей длиной газопроводов 8830 м масса стальных труб при расчетном перепаде давления 1200 Па составила 123,8 т, полиэтиленовых — 27,7 т, а стоимость газовых сетей — 267 млн 280 тыс. рублей и 149 млн 137 тыс. рублей соответственно. При расчетном перепаде давления 2000 Па масса стальных газопроводов составила 109,6 т, полиэтиленовых — 24,65 т, а стоимость — 237 млн 165 тыс. рублей и 133 млн. 105 тыс. рублей соответственно. Таким образом, экономия стальных труб составила ≈ 14 тонн, полиэтиленовых — около 3 тонн, в денежном выражении соответственно ≈ 30,0 и ≈ 16,0 млн рублей.

По приведенной методике выполнен также гидравлический расчет распределительных газовых сетей низкого давления из стальных и полиэтиленовых труб для нескольких кварталов города с населением от 3070 до 4290 человек на расчетный перепад давления 1200 Па (существующий) и 2000 Па (предлагаемый). Расход газа на квартал колебался от 190 до 440 м³/ч, протяженность газопроводов — от 920 до 1520 м. Результаты проведенных расчетов показывают, что повышение давления на выходе из КРП до 5 кПа (вместо 3 кПа) позволяет снизить материалоемкость стальных газопроводов на 10–15 %, полиэтиленовых — на 10–21 %. Снижение стоимости стальных трубопроводов составляет до 12 %, полиэтиленовых — до 15 % [4].

Таким образом, повышение давления с 3 до 5 кПа в распределительных газовых сетях низкого давления позволит снизить стоимость наружных газопроводов до 15% и внутридомовых — до 17 %.

Литература.

1. ТКП 45-4.03-267-2012. Газораспределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования. — Минск, Минстройархитектуры, — 2012.
2. Артихович В.В., Титова Т.В., Титов А.С. Пути совершенствования внутридомовых систем газоснабжения. — Сб. «Наука образованию, производству, экономике. Материалы четвертой международной научно-технической конференции». — Том 1. — Минск, БНТУ, 2006. — 430 с.
3. Артихович В.В. Пути снижения материалоемкости распределительных газовых сетей низкого давления. — Сб. «Наука образованию, производству, экономике. Материалы шестой международной научно-технической конференции». — Том 1. — Минск, БНТУ, 2008.
4. Артихович В.В. Пути снижения стоимости систем газоснабжения с квартальными регуляторными пунктами. — Сб. «Наука образованию, производству, экономике. Материалы восьмой международной научно-технической конференции». — Том 1. — Минск, БНТУ, 2010. — 432 с.