

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

СОЛОВЬЕВА Елена Борисовна, Московский государственный строительный университет

ЛУЧЕНИНОВА Дарья Александровна, Московский государственный строительный университет

ФЕДОРОВА Татьяна Андреевна, Московский государственный строительный университет

В работе рассмотрены системы с использованием газорегуляторных пунктов и шкафных регуляторных пунктов. В результате произведенных технико-экономических расчетов выбран оптимальный вариант.

Введение. Выбор системы распределения газа производится в зависимости от объема, структуры и плотности газопотребления поселений, размещения жилых и производственных зон. Выбор газораспределительной системы в проекте должен быть технико-экономически обоснован.

При использовании одно- и многоступенчатой системы распределения газ потребителям подается соответственно по распределительным газопроводам одной или нескольких категорий давления. Для крупных и средних поселений предусматривают многоступенчатые газораспределительные системы.

Современные системы газораспределения имеют ярко выраженную иерархичность в построении. Верхний иерархический уровень со-

ставляют газопроводы высокого давления. Сеть высокого давления гидравлически соединяется с остальной частью системы через регуляторы давления, оснащенные предохранительными устройствами, предотвращающими повышение давления после регуляторов.

В настоящей работе рассматриваются системы газораспределения с использованием газорегуляторных пунктов и шкафных регуляторных пунктов.

Методика исследований. Проведем анализ строительства системы газораспределения города (рис. 1), расположенного в Московской области. Наружная температура в наиболее холодную пятидневку обеспеченностью 0,92 принята равной $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура за отопительный сезон $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжи-

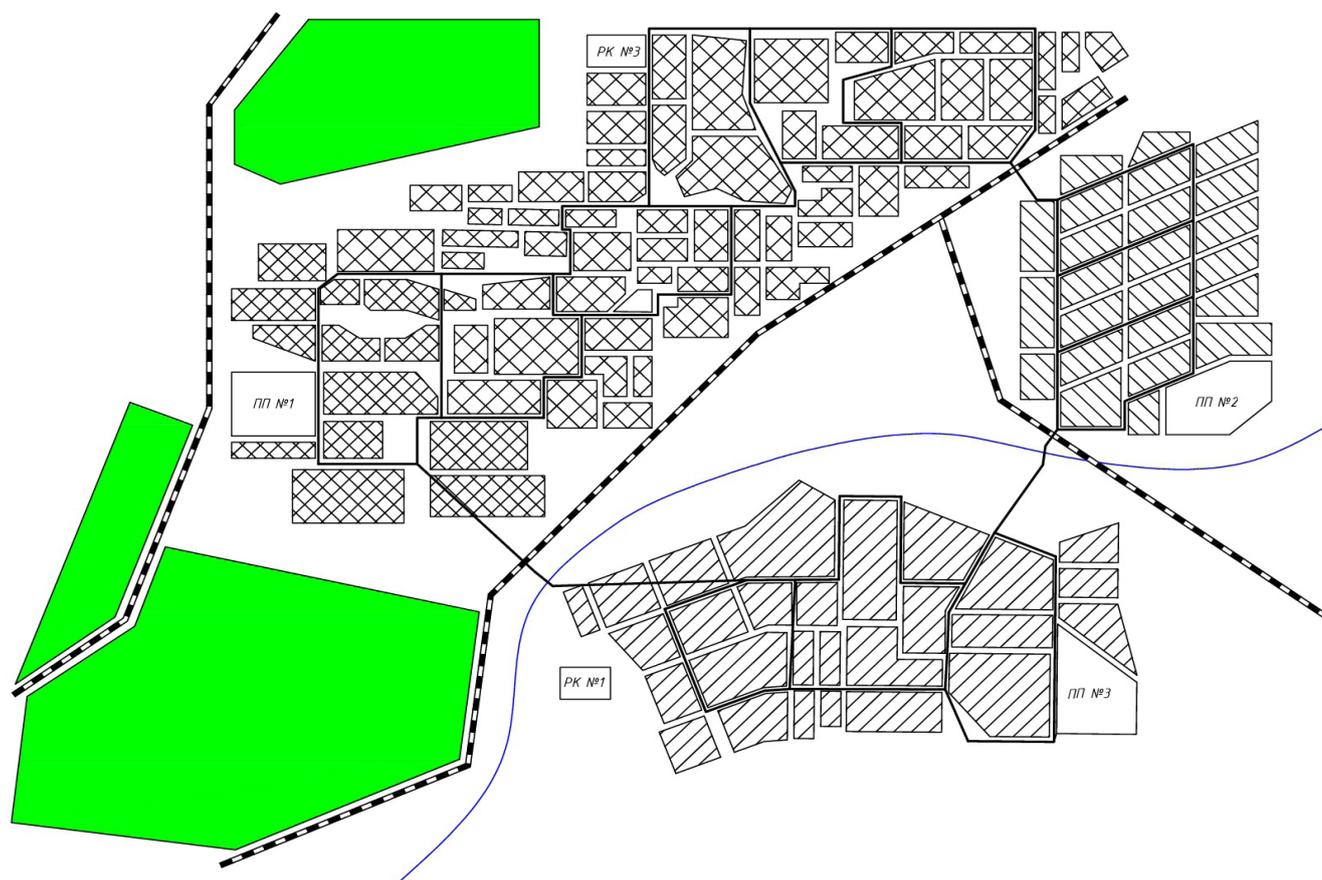


Рис. 1. Генплан города



тельность отопительного периода 212 дней. На генплане города указаны три района. Первый район – многоэтажная застройка (от 5 до 12 этажей). Отопление и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий централизованное – от ТЭЦ. Второй район – малоэтажная застройка (от 2 до 4 этажей). Отопление всех зданий централизованное. Централизованное горячее водоснабжение имеют 60 % зданий, 40 % зданий имеют децентрализованное горячее водоснабжение. Третий район – одноэтажная застройка. Отопление децентрализованное от газовых отопительных агрегатов и печей периодического действия, работающих на газе. Горячее водоснабжение отсутствует.

ТЭЦ сжигает газ для выработки электроэнергии и теплоты на нужды отопления и вентиляции жилых и общественных зданий районов 1 и 2.

Определены удельные максимальные газовые расходы для каждого района: первый район – 0,03 м³/ч.чел.; второй район – 0,09 м³/ч.чел.; третий район – 0,76 м³/ч.чел.

Результаты исследований. Произведен расчет годовых и максимальных часовых расходов газа. Результаты расчетов по определению годового расхода газа всеми потребителями сведены в таблицу.

Распределительная сеть низкого давления запроектирована из условия экономичности с соблюдением требований надежности. Ее выполняют с требованием кольцевания основных газопроводов, в том числе связывающих источники питания по низкому давлению.

1. Системы с газорегуляторными пунктами (ГРП), в которой по сетям среднего (или высокого) давления подаются основные потоки. После ГРП проектируют распределительные газопроводы низкого давления, которые обеспечивают газом бытовых потребителей.

2. Системы со шкафными регуляторными установками, в которых большую часть наружных газопроводов низкого давления переводят на среднее и высокое давление.

3. Система с домовыми регуляторами. Наружную газовую распределительную сеть полностью проектируют среднего давления. Регуляторы устанавливают отдельно от каждого дома (рис. 2).

Определено оптимальное количество ГРП и ШРП для двух вариантов. Для каждого варианта предусмотрено определение оптимальных диаметров газопроводов с поддержанием заданного перепада давления в газовой сети низкого давления.

Диаметры трубопроводов подобраны исходя из ориентировочных потерь давления и расчетного расхода газа на участках. Для гидравлической увязки кольцевых газовых сетей определяется поправочный расход м³/ч:

$$\Delta Q_{\text{к}} = \Delta Q'_{\text{к}} + \Delta Q''_{\text{к}},$$

где $\Delta Q'_{\text{к}}$ – поправочный расход первого порядка, м³/ч:

$$\Delta Q'_{\text{к}} = - \frac{\sum_{\text{к}} \Delta p}{1,75 \sum_{\text{к}} \frac{\Delta p}{Q}};$$

$\Delta Q''_{\text{к}}$ – поправочный расход второго порядка, м³/ч:

$$\Delta Q''_{\text{к}} = \frac{\sum_{\text{ск}} \left(\frac{\Delta p_{\text{ск}}}{Q_{\text{ск}}} \right) \Delta Q'_{\text{ск}}}{\sum_{\text{к}} \frac{\Delta p}{Q}}.$$

Окончательный расчетный расход:

$$Q_{\text{нов.уч}} = Q + \Delta Q,$$

где $\Delta Q_{\text{ск}}$ – поправочный расход на участке, м³/ч; $\Delta Q = Q_{\text{к}} - Q_{\text{ск}}$; $Q_{\text{ск}}$ – поправочный расход соседнего кольца.

По новому расчетному расходу и диаметру определяют потери давления газа на участках сети.

Запроектирован кольцевой газопровод высокого давления, к которому присоединяются все промышленные предприятия, бани, прачечные, хлебозаводы, котельные, ТЭЦ и газорегуляторные пункты.

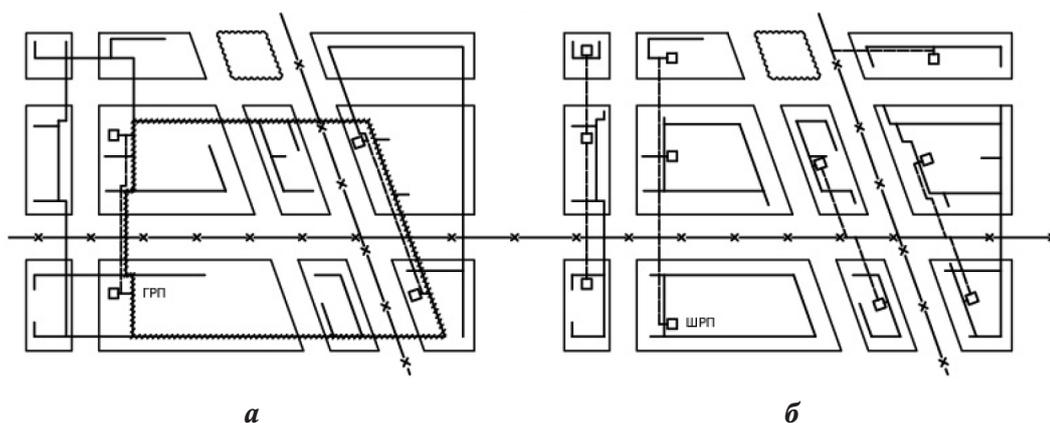


Рис. 2. Схема газовых сетей с ГРП (а) и ШРП (б)



Годовые и максимальные часовые расходы газа городом 1

Характер погребления газа	Годовые расходы газа по микрорайонам, м ³ /год			Число часов использования максимума			Максимальные часовые расходы газа по микрорайонам, м ³ /ч		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Потребители НД газа									
Жилые дома	12772074,7	6988985,4	1487061,6				4387,5	2935,3	683,7
Мелкие предприятия	638603,7	349449,3	74353,1	2911	2381	2175	219,4	146,8	34,2
Больницы	309520,3	107496,2	24625,7				106,3	45,1	11,3
Предприятия общепита	1907587,2	662503,9	151769,5		2000		953,8	331,3	75,9
Отопление жилых зданий района 3									
Печи периодического действия	-	-	3761489,2	-	-	1008	-	-	3565,1
Установки непрерывного действия	-	-	5642233,8	-	-	2420	-	-	2228,2
ВСЕГО	15627786,0	8108434,7	11141533,0				5667,0	3458,5	6598,3
Удельный максимальный часовой расход газа							0,03	0,09	0,76
Потребители В(С)Д газа									
Прачечные	740157,3	257056,2	58887,6		2900		255,2	88,6	20,3
Бани	2186828,4	759484,2	173986,2		2700		809,9	281,3	64,4
Хлебозаводы	1790816,2	621949,4	142479,1		6000		298,5	103,7	23,7
Отопление жилых и общественных зданий в районах 1 и 2	55428920,0	41049107,8	-	2532	-	-	21891,4	16212,1	-
Вентиляция жилых и общественных зданий в районах 1 и 2	3011065,8	2189285,8	-	2532	-	-	1189,2	864,6	-
Централизованное горячее водоснабжение в районах 1 и 2	34583214,6	12010729,3	-	2532	-	-	13658,5	4743,6	-
Промпредприятия (ПП)	560000,0	120000,0	350000,0	3200	4500	5500	175,0	26,7	63,6
ВСЕГО	98301002,3	57007612,6	725352,9				38277,7	22320,6	172,1

Гидравлический расчет газопроводов высокого давления производится для двух аварийных и нормального режимов потребления газа. Начальное и конечное давление выбрано таким образом, чтобы обеспечить нормальную работу регулятора давления газа.

Диаметр кольцевого газопровода принят на основе расхода газа и среднеквадратичной потери давления по кольцу.

$$Q_p = 0,59 \sum_{i=1}^n Q_i k_{об.i},$$

где Q_i – расход i -х потребителей газа, м³/ч; $k_{об.i}$ – коэффициент обеспеченности i -потребителя газа.

$$A = \frac{p_H^2 - p_K^2}{\Sigma l_p},$$

где p_H^2, p_K^2 – начальное и конечное давление газа, кПа; l_p – расчетная длина кольцевого газопровода, м.

Произведен гидравлический расчет потоко-распределения при нормальном гидравлическом режиме работы сети высокого давления. Определены расчетные расходы на всех участках, суммируя по каждой ветви кольца узловые расходы. Определены потери давления на каждом из участков. Введен круговой поправочный расход для каждого участка кольцевой газовой сети.

$$\Delta Q_k = - \frac{\Sigma (p_H^2 - p_K^2)}{2 \Sigma \left(\frac{p_H^2 - p_K^2}{Q} \right)}$$

Анализ двух вариантов с использованием в строительстве газорегуляторных пунктов и шкафных регуляторных пунктов позволяет выбрать оптимальный вариант. При использовании газорегуляторных пунктов стоимость строительства газопроводов низкого давления составит 47 272 275,25 руб., а при использовании шкафных газорегуляторных пунктов стоимость строительства газопроводов низкого давления снижается до 28 887 059,70 руб.

С учетом общих затрат, которые включают в себя стоимость строительства газопроводов низкого и высокого давления, газорегуляторных пунктов и шкафных газорегуляторных пунктов, можно сделать вывод о том, что применение ШРП экономичнее. При применении ГРП затра-

ты равны 155 328.862,25 руб., а при использовании ШРП 129 988 893,70 руб.

Заключение. Совместное применение нескольких ступеней давления в городах объясняется определенными причинами. В городах имеются потребители, для которых необходимо различное давление. Так, в жилых и общественных зданиях, у коммунально-бытовых потребителей разрешается только низкое давление газа, а многим промышленным предприятиям необходимо среднее или высокое давление. Необходимость в среднем или высоком давлении возникает вследствие значительной протяженности городских газопроводов, несущих большие газовые нагрузки. Учет основных экономических показателей, связанных со строительством газопроводов низкого, высокого давлений и газорегуляторных пунктов и шкафных газорегуляторных установок позволил выбрать оптимальный вариант.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексное энерготехнологическое использование газа и охрана воздушного бассейна / Е.Е. Новгородский [и др.]. – М.: Дело, 1997. – 368 с.
2. О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования: Постановление Правительства РФ от 14 мая 2013 г. № 410 // СПС «Гарант».
3. СП 281.1325800.2016 Установки теплогенераторные мощностью до 360 кВт, интегрированные в здания. Правила проектирования и устройства. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
4. СП 282.1355800.2016 Поквартирные системы теплоснабжения на базе индивидуальных газовых теплогенераторов. Правила проектирования и устройства. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
5. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения. – М., 2014. – 208 с.

Соловьева Елена Борисовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция», Московский государственный строительный университет. Россия.

Лученинова Дарья Александровна, магистрант, Московский государственный строительный университет. Россия.

Федорова Татьяна Андреевна, студентка, Московский государственный строительный университет. Россия.

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

Тел.: (495) 781-80-07.

Ключевые слова: газоснабжение; газораспределительная система; регуляторы давления; ТЭЦ.

SELECTION OF THE OPTIMAL GAS DISTRIBUTION SYSTEM

Solovyeva Elena Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Heat and gas Supply and Ventilation", Moscow State University of Civil Engineering. Russia.

Lucheninova Darya Aleksandrovna, magistrand, Moscow State University of Civil Engineering. Russia.

Phedorova Tatyana Andreevna, Student, Moscow State University of Civil Engineering. Russia.

Keywords: gas supply; gas distribution system; pressure regulators; steam power plant.

Systems with the use of gas control points and cabinet regulating points are considered. The best option has been selected on the basis of the results of technical and economic calculations.

