

СТРОИТЕЛЬСТВО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 629.4.063

НОВАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУТЕВЫХ РАСХОДОВ ГАЗА ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ КОЛЬЦЕВЫХ СЕТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

М. А. Озеров, Т. В. Ефремова

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Дается оценка существующим методикам определения путевых расходов газа при гидравлическом расчете кольцевых сетей низкого давления, разработанным Н. И. Пешехоновым и В. И. Чеботаревым. Предлагается новая методика определения путевых расходов газа, имеющая ряд существенных преимуществ. Приводятся уравнения определения поправочного коэффициента по уточненному и упрощенному варианту расчета.

Ключевые слова: *кольцевые сети газораспределения, путевой расход газа, элементарные зоны, поправочный коэффициент.*

THE NEW METHOD OF DETERMINING THE TRACK GAS CONSUMPTION IN HYDRAULIC CALCULATION OF THE LOW PRESSURE'S RING NETWORKS

M. A. Ozerov, T. V. Efremova

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

The existing techniques were assessed for determining the travel costs of gas in the hydraulic calculation of ring networks low-pressure developed by N. I. Peshehonov and V. I. Chebotarev. We propose a new method of determining the travel costs of gas, has a number of significant advantages. The equation was given for the correction factor according to the revised and simplified version of the calculation.

Keywords: *annular gas distribution networks, travel the gas flow, the elements of container zone correction factor.*

Надежное снабжение газом всех потребителей населенных пунктов является важной задачей эксплуатационных служб систем газораспределения и газопотребления. Основным и наиболее важным потребителем газа в населенных пунктах является население.

Одним из условий безотказной работы систем газоснабжения является грамотно и точно выполненный на этапе проектирования гидравлический расчет, учитывающий все особенности потребления газа. Основной задачей гидравлического расчета является подбор оптимальных диаметров участков сети, позволяющий подать газ потребителям в необходимом объеме с допустимым давлением. Процесс подбора диаметров зависит, прежде всего, от допустимых перепадов давления в сети. Допустимый перепад давления различается для разных категорий газопроводов. Согласно [1], допустимый перепад для сетей низкого давления составляет 1200 Па, что позволяет бытовым газовым приборам работать в режиме, близком к оптимальному.

Гидравлический расчет для сложных сетей представляет собой достаточно сложную и трудоемкую инженерную задачу. В настоящее время существует множество прикладных программ для ЭВМ для выполнения гидравлических расчетов газопроводов (Hydraulic calculator, FluidFlow, Hydra, Hydgaz). Однако все они либо не позволяют рассчитывать сложные

разветвленные системы газопроводов (Hydraulic calculator, FluidFlow), либо работают в пакетном режиме (Hydra, Hydgaz), не предусматривающем оперативное вмешательство в процесс расчета, что, в конечном результате, часто приводит к непредсказуемым результатам. Кроме того, первые две из названных программ требуют предварительного определения расчетных расходов газа по участкам газопровода при наличии распределенной нагрузки. Поэтому актуальность ручных методов расчета до сих пор не утрачена. В периодической литературе регулярно появляются работы, посвященные данной проблеме.

К характеристикам, влияющим на потребление газа, можно отнести тип установленных приборов, этажность и плотность застройки, наличие и долю нежилого сектора, наличие сосредоточенных и равномерно распределенных потребителей, расположенных в жилом секторе. Понятие «равномерно распределенные потребители» весьма условно. Конечным потребителем газа всегда является конкретный объект, например жилой дом. Понятие «равномерность распределения» расхода газа будет справедливо, если на отдельных участках сети таких потребителей достаточно много или если точное расположение потребителей неизвестно, что возможно при разработке перспективных планов систем газораспределения населенных пунктов.

Городские сети низкого давления, распределяющие газ по всей территории застройки, представляют собой сложную по конфигурации систему сопряженных колец, которые получают газ от нескольких газорегуляторных пунктов (ПРГ) и снабжают газом многочисленные ответвления на кварталы и отводы к отдельным зданиям. При расчете такую сеть разбивают на отдельные районы по количеству точек питания (ПРГ), и сеть каждого района рассчитывают отдельно.

В сложных кольцевых сетях можно принять много вариантов распределения потоков газа по сети. При этом возможны варианты, когда каждый квартал «запитывается» газом с одной, с двух или со всех сторон. Задача проектировщика заключается в том, чтобы выбрать наилучший вариант движения потоков газа и так подобрать диаметры сети, чтобы добиться намеченного распределения потоков.

Одним из важных этапов, обеспечивающих оптимизацию принятых проектных решений, является определение расходов газа на участках сети. При расчетах определяют путевые, эквивалентные, транзитные и расчетные расходы газа для всех участков. Определяющим является путевой расход газа – количество газа, которое разбирается с участка сети при равномерно распределенной нагрузке. При этом в начале участка путевой расход имеет максимальную величину, а в конце участка он равен нулю.

Существует несколько методик определения путевых расходов газа. Наиболее часто применяется методика, предложенная Н. И. Пешехоновым [2]. Согласно этой методике путевой расход газа, м³/ч, определяется по формуле

$$V_n = v_l l, \quad (1)$$

где V_l – удельный расход газа на 1 м участка газопровода, м³/ч·м; l – длина участка газопровода, м.

Удельный расход газа определяется по формуле

$$v_l = \frac{V}{\sum l}, \quad (2)$$

где V – суммарный расчетный расход газа всеми равномерно распределенными потребителями, подсоединенными к данной сети, м³/ч; $\sum l$ – суммарная длина сети, м.

При этом нагрузка зависит от типа установленных в жилых домах приборов. Если имеются зоны с разными типами установленных приборов (газовая плита, проточный водонагреватель, наличие или отсутствие централизованного горячего водоснабжения), то удельные рас-

ходы газа для каждой зоны определяются отдельно. При этом необходимо учитывать возможность как одностороннего, так и двухстороннего разбора газа с участка. Для этого вводятся дополнительные коэффициенты. Если возникает необходимость повышенной точности расчета, удельные расходы газа вычисляются отдельно для каждого квартала.

Для равномерно распределенной нагрузки количество газа, проходящего по газопроводу, меняется по длине от нуля в конце участка до максимального, равного путевому расходу газа, в начале участка.

Представляет интерес методика определения путевых расходов участков кольцевой сети низкого давления, разработанная В. И. Чеботаревым [3].

Методика определения путевых расходов газа в кольцевых сетях, предложенная В. И. Чеботаревым, состоит в следующем. Согласно предлагаемой методике весь район, снабжаемый газом, делится на **кольца**, ограниченные полностью или частично газопроводами кольцевой сети. При этом каждый квартал «запитывается» газом со всех сторон, что, несомненно, повышает надежность газоснабжения, но приводит к значительному удорожанию стоимости системы и усложняет гидравлический расчет на всех этапах, начиная с определения расчетных расходов газа и заканчивая расчетом невязок в узловых точках. Для каждого кольца определяются расходы газа по площадям.

$$V^{\wedge} = V_F \cdot F^{\wedge}, \quad (3)$$

где V_F – удельный расход газа на единицу площади застройки, м³/ч·м²; F^{\wedge} – площадь застройки, ограниченная каждым кольцом, м².

Затем для каждого кольца находят удельные расходы газа на единицу длины периметра каждого кольца:

$$V_l = \frac{V_K}{l_K}, \quad (4)$$

где V_K – расход газа каждым кольцом (то же, что и V^{\wedge}), м³/ч; l_K – периметр кольца, м.

Для каждого кольца определяют путевые расходы газа с односторонним разбором газа:

$$V_n = V_l \cdot l, \quad (5)$$

где l – длина каждого участка, м.

Предложенная В. И. Чеботаревым методика обеспечивает несравненно лучший результат, чем методика Н. И. Пешехонова, однако и она имеет существенные недостатки:

- не учитывается возможное различие по этажности и плотности в застройке отдельных кварталов района;
- не учитываются условия питания каждого отдельного участка газовой сети;

• не показано, как определяются путевые расходы газа участков с двухсторонним разбором газа.

Для устранения указанных недостатков авторами предлагается усовершенствованная методика определения путевых расходов газа в кольцевых сетях.

Согласно предлагаемой методике весь газифицируемый район делится на **элементарные зоны**, эквивалентные кольцам в методике Чеботарева, ограниченные полностью или частично газопроводами кольцевой сети (в дальнейшем называемые **зонами**). Для каждой отдельной зоны определяются удельные расходы газа, равные отношению расхода газа на весь район к площади застройки данной зоны.

При этом вводится единственный поправочный коэффициент, учитывающий условия питания. Этот коэффициент определяется для каждого расчетного участка со стороны каждой зоны и численно равен отношению длины стороны зоны застройки, прилегающей к расчетному участку, к длине участка. При выполнении гидравлического расчета для участков с двухсторонним разбором газа необходимо суммировать расходы газа на участке по двум зонам.

Для вычисления коэффициента, учитывающего условия питания при разных типах установленных приборов по двум зонам, можно применять два варианта.

Более точный вариант предполагает определение поправочного коэффициента как отношение удельных расходов газа по каждому из типов застройки (рис. 1), то есть:

$$k = \frac{q_i^{уд}}{q_j^{уд}}. \quad (6)$$

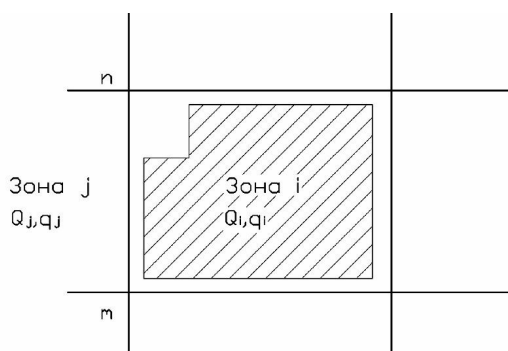


Рис. 1. Фрагмент кольцевой сети низкого давления

Возможен и упрощенный вариант определения путевого расхода газа на участке сети, при котором поправочный коэффициент численно равен отношению норм расхода теплоты, исходя из значений таблицы А.1 [1]. Например, при установке в одной зоне только газовых плит

с наличием централизованного горячего водоснабжения, а в другой зоне газовых плит и проточных водонагревателей

$$k_{i+} = 4100 / 10000 = 0,41,$$

где 4100 и 10000 – соответствующие годовые нормы расхода теплоты, МДж, на одного человека при данном виде установленного газового оборудования.

Расчетная длина участка в этом случае определится по выражению:

$$l_{mni} = l_{mn} \cdot k_i \cdot k_{i+}, \quad (7)$$

где l_{mni} – расчетная длина участка m_n со стороны зоны i ; l_{mn} – фактическая длина участка; k_i – коэффициент питания участка со стороны зоны i .

Удельный расход газа для каждой зоны кольцевой сети определится по формуле:

$$q_i = \frac{Q_i}{\sum l_{mni}}, \quad (7)$$

где q_i – удельный расход зоны i , $\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$; Q_i – расход газа в зоне i , $\text{м}^3/\text{ч}$.

Путевой расход газа каждого участка определится по формуле:

$$q_{mn} = q_i \cdot l_{mni} + q_j \cdot l_{mnj}, \quad (8)$$

где j – индекс, относящийся к соседней по отношению к i зоне.

Предлагаемую методику определения путевых расходов газа легко проанализировать на отдельном примере. Рассчитаем путевые расходы газа района со смешанным типом застройки (рис. 2). Район города представляет собой группу кварталов со следующими типами потребителей: застройка 1-го типа (прямая штриховка) – пятиэтажная, плотность населения 350 чел/га, общий расход газа 1000 $\text{м}^3/\text{ч}$, газовое оборудование – газовые плиты и проточные водонагреватели; застройка 2-го типа (обратная штриховка) – семиэтажная, плотность населения 400 чел/га, общий расход газа 200 $\text{м}^3/\text{ч}$, газовое оборудование – газовые плиты.

Технология расчета понятна из приводимой таблицы, выполненной с помощью Microsoft Excel (табл. 1).

Расчет путевых расходов по зонам F, H и J производится аналогично. Поиск участков с двухсторонним разбором газа производится вручную, причем в первой строке в графе 13 путевой расход газа равен нулю, а во второй строке определяется как сумма расходов по зонам для обеспечения возможности проверки расчетов простым суммированием значений столбца.



Расчет путевых расходов газа низкого давления кольцевой сети

Зоны и кварталы	Площадь квартала, га	Плотность населения и количество жителей		Расход газа на квартал, м ³ /ч	Нагрузка зоны, м ³ /ч	Номер участка	Длина участка, м	Коэффициент		Расчетная длина, м	Путевой расход зоны, м ³ /ч	Путевой расход участка, м ³ /ч
		тип 1	тип 2					питания	застройки			
Зона тип 1	26,00	350		1000,0								
Зона тип 2	9,60		400	200,0								
Всего				1200,0								
A												
1	2,000	700		76,92	153,85	2-3	260	0,77		200,20	38,47	0,00
2	2,000	700		76,92		2-4	230	0,87		200,10	38,45	0,00
						3-5	230	0,87		200,10	38,45	38,45
						4-5	260	0,77		200,20	38,47	38,47
B												
3	4,600		1840	95,83	95,83	1-2	130	0,88		114,40	12,78	0,00
						1-6	130	0,88		114,40	12,78	0,00
						2-4	230	0,87		200,10	22,36	60,81
						4-8	260	0,88		228,80	25,56	25,56
						6-8	230	0,87		200,10	22,36	0,00
						ГРП-1	50	0,00		0,00	0,00	0,00
										857,80	95,83	
C												
4	2,000	700		76,92	153,85	6-7	260	0,77		200,20	38,47	0,00
5	2,000	700		76,92		6-8	230	0,87		200,10	38,45	60,81
						7-9	230	0,87		200,10	38,45	38,45
						8-9	260	0,77		200,20	38,47	38,47
										800,60	153,85	
D												
6	2,000	700		76,92	153,85	2-3	260	0,77		200,20	38,33	76,80
7	2,000	700		76,92		2-10	230	0,87		200,10	38,31	0,00
						3-12	230	0,77		177,10	33,91	33,91
						10-12	260	0,87		226,20	43,31	0,00
										803,60	153,85	
E												
8	2,000	700		76,92	118,59	1-2	130	0,77		100,10	21,03	33,81
9	2,000		800	41,67		1-6	130	0,77	0,41	41,04	8,62	21,40
						2-10	230	0,87		200,10	42,04	80,35
						6-11	230	0,87	0,41	82,04	17,24	0,00
						10-11	260	0,77	0,71	141,14	29,65	0,00
										564,42	118,59	
F												
10	2,000	700		76,92	153,85	6-7	260	0,77		200,20	38,47	76,94
11	2,000	700		76,92		6-11	230	0,87		200,10	38,45	55,69
						7-13	230	0,87		200,10	38,45	38,45
						11-13	260	0,77		200,20	38,47	0,00
										800,60	153,85	

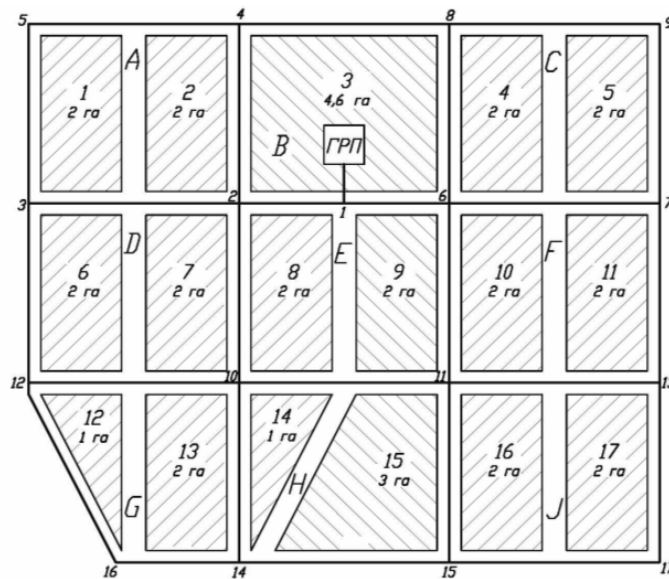


Рис. 2. План района с сетью газопроводов низкого давления

Предлагаемая методика определения путевых расходов газа позволяет выполнять расчеты газораспределения потоков по участкам сети с наибольшей степенью вероятности. Гидравлический расчет, выполняемый с учетом определения путевых расходов газа новым способом, дает соответствующие действительности резуль-

таты с максимальным приближением к реальным условиям, что позволяет обеспечить потребителям необходимым расходом газа с допустимыми давлениями.

Некоторые сложности вычислений по новой методике легко устраняются с применением программы Microsoft Excel.

Список литературы

1. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М.: Госстрой, 2003.
2. Пешехонов В. И. Проектирование газоснабжения (Примеры расчета). Киев: Будівельник, 1970.
3. Чеботарев В. И., Бударь Ю. В., Самонин С. С. Дипломное проектирование по газоснабжению. Ростов-на-Дону, 1999.

© М. А. Озеров, Т. В. Ефремова

Ссылка для цитирования:

Озеров М. А., Ефремова Т. В. Новая методика определения путевых расходов газа при гидравлическом расчете кольцевых сетей низкого давления // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. № 1-2 (15-16). С. 59-63.

УДК 536.24

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЕТОНА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ НА ОБРАЗЦАХ ШАРОВОГО И ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЛОЯ

А. Г. Бойков

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрена возможность определения теплопроводности бетона в лабораторных условиях на образцах шарового и цилиндрического слоя в упорядоченном тепловом режиме плотностью $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, при температуре воздуха $T_{\text{воз.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и внутренней мощности нагревателя $Q = 20 \text{ Вт}$.

Ключевые слова: теплопередача, теплопроводность, упорядоченный режим.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE CONCRETE'S THERMAL CONDUCTIVITY IN THE LABORATORY ON SAMPLES OF SPHERICAL AND CYLINDRICAL LAYER

A. G. Boykov

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

The possibility was discovered of determining the thermal conductivity of the concrete in the laboratory on samples of a spherical and cylindrical layer in an ordered thermal mode density $\rho = 2000 \text{ kg / m}^3$ of air temperature $T_{\text{voz.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, and the internal heater power $Q = 20 \text{ watts}$.

Keywords: heat transfer, thermal conductivity, an orderly mode.