

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СЕЛИТЕБНЫХ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Учебно-методическое пособие
к курсовой и расчетно-графическим работам
для студентов профиля подготовки: «Теплогазоснабжение
и вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий сооружений
и населенных пунктов»

Казань, 2019

Составитель: О.Б. Барышева, Ю.Х.Хабибуллин
УДК 518.27

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по курсу: «Газоснабжение».

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов профиля подготовки: «Теплогазоснабжение и вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий сооружений и населенных пунктов» и может быть полезным для специалистов проектирующих системы газораспределения и потребления газа населенными пунктами. / Казанский государственный архитектурно-строительный университет Илл. 5, табл. 12, библиогр. 10, прил.19.

Рецензент: Директор ООО ПКФ «Альбион», к.т.н. В.Н. Волков

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Газораспределительные системы состоят из газовых сетей низкого, среднего и высокого давления, газораспределительных станций, газорегуляторных пунктов и установок. Газопроводы классифицируются по давлению газа и назначению. Существует два уровня городских систем газоснабжения – верхний и нижний. Соответственно первый уровень составляют газопроводы среднего (высокого) давления, второй – газопроводы низкого давления.

Газопроводы низкого давления предназначены для подачи газа в жилые, общественные здания и предприятия бытового обслуживания. Газопроводы среднего и высокого давления снабжают газом крупные промышленные предприятия и городские распределительные сети низкого давления и выполняются в виде кольца, полукольца или в виде лучей.

Задание на курсовой проект берется из приложения 19.

Глава 1. Расчет свойств состава газа газового месторождения

Месторождения газа различаются не только географическим расположением, но и составом газа, плотностью, низшей теплотой сгорания (Приложение 6). Расчет термодинамических свойств газов ведется по следующим формулам.

Плотность газа при нормальных условиях, кг/м³:

$$\rho_{\Gamma} = 0,01(0,717CH_4 + 1,35C_2H_6 + 2,00C_3H_8 + 2,703C_4H_{10} + 1,25N_2 + 1,98CO_2). \quad (1.1)$$

Низшая теплота сгорания газа, МДж/м³:

$$Q_{\text{н}} = (0,358CH_4 + 0,636C_2H_6 + 0,91C_3H_8 + 1,235C_4H_{10}). \quad (1.2)$$

Теоретический объем кислорода, м³/м³:

$$V_{O_2}^0 = 0,01(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10}). \quad (1.3)$$

Объем кислорода при сжигании газа с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,05 \dots 1,20$, м³/м³:

$$V_{O_2} = \alpha V_{O_2}^0. \quad (1.4)$$

Избыточное количество кислорода, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{O}_2}^{\text{изб}} = (\alpha - 1)V_{\text{O}_2}^0, \text{м}^3/\text{м}^3. \quad (1.5)$$

Теоретическое количество воздуха, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{B}}^0 = \frac{1}{21 \cdot 0,01} \cdot V_{\text{O}_2}^0. \quad (1.6)$$

Объем воздуха при сжигании газа с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,05 \dots 1,20$, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{B}} = \alpha V_{\text{B}}^0. \quad (1.7)$$

Объем двуокиси углерода с учетом его наличия в горючем газе, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(\sum m C_m H_n + C O_2) = 0,01(C H_4 + 2 C_2 H_6 + 3 C_3 H_8 + 4 C_4 H_{10} + C O_2). \quad (1.8)$$

Объем азота с учетом сжигания газа с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,05 \dots 1,20$, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \alpha V_{\text{B}}^0 + 0,01 N_2. \quad (1.9)$$

Объем водяных паров, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01 \sum \frac{n}{2} C_m H_n = 0,01(2 C H_4 + 3 C_2 H_6 + 4 C_3 H_8 + 5 C_4 H_{10}). \quad (1.10)$$

Объем сухих продуктов сгорания, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{с пс}} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{O}_2}^{\text{изб}} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2} + (\alpha - 1)V_{\text{O}_2}^0. \quad (1.11)$$

Объем продуктов сгорания, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_{\text{пс}} = V_{\text{с пс}} + V_{\text{H}_2\text{O}}. \quad (1.12)$$

Относительная плотность газа по воздуху:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_{\text{г}}}{\rho_{\text{в}}}, \quad (1.13)$$

где $\rho_{\text{в}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{г}}$ - плотность воздуха и газа соответственно.

Нижний и верхний концентрационные пределы воспламеняемости:

$$A = \frac{100}{\frac{x_1}{A_1} + \frac{x_2}{A_2} + \frac{x_3}{A_3} + \frac{x_n}{A_n}}, \% , \quad (1.14)$$

где x_1, \dots, x_n - содержание компонента в смеси об, %; A_1, \dots, A_n – нижние или верхние концентрационные пределы воспламеняемости в Приложении 14.

Концентрационные пределы воспламенения при наличии в составе газа не горючих балластных примесей (CO_2, N_2):

$$A^{\text{Б}} = A \frac{\left[1 + \frac{\delta}{100 - \delta}\right] \times 100}{100 + \frac{A\delta}{100 - \delta}}, \% , \quad (1.15)$$

где $\delta = \text{CO}_2 + \text{N}_2$ - содержание балластов в горючей смеси, об, %

Глава 2. Расчет численности населения

Вариант 1. Когда рассматривается район города с определенной плотностью населения, то численность населения определяется, исходя из данных табл. 1. Для этого генплан разбивается на участки, зная среднюю заселенность (плотность населения), определяется число жителей.

Таблица 1

№ п/п	№ участка	Площадь участка F , в га	Плотность населения $\rho_{\text{н}}$, чел/га	Число жителей $N = F\rho_{\text{н}}$, чел.
1				
2				
...				
Итого		$\Sigma(\text{га})$		$\Sigma(\text{чел})$

по городу				
-----------	--	--	--	--

1 га = 10000м². Полученные данные используются в последующих расчётах.

Вариант 2. Когда рассматривается коттеджный поселок, то численность населения находится, исходя из данных коэффициента семейности n , умноженного на количество коттеджей $N_{\text{КОТТ}}$, при принимаемом условии: на одном участке строится один коттедж, а площадь участка варьируется в пределах от 8 до 25 соток, т.е. численность коттеджного поселка составляет, чел.:

$$N = nN_{\text{КОТТ}}. \quad (2.1)$$

Глава 3. Расчет годовых расходов газа

Для дальнейших расчетов необходимо определить годовой расход газа для различных категорий потребителей.

Вариант 1. Когда рассматривается район города. Годовой расход газа на квартиры, м³/год:

$$Q_{\text{КВ}} = y_{\text{К}}N(q_{\text{К}_1}z_1 + q_{\text{К}_2}z_2 + q_{\text{К}_3}z_3)/Q_{\text{Н}}, \quad (3.1)$$

где $z_1 + z_2 + z_3 = 1$, z_1, z_2, z_3 - доля людей, проживающих в домах с централизованным горячим водоснабжением, с горячим водоснабжением от газовых водонагревателей, без горячего водоснабжения; $Q_{\text{Н}}$, МДж/м³ - низшая теплота сгорания газа (Приложение 6); $y_{\text{К}} = 1$ - доля квартир использующих газ; $q_{\text{К}_1}, q_{\text{К}_2}, q_{\text{К}_3}$ - нормы расхода теплоты в год для разных условий газоснабжения квартир на одного человека (Приложение 1).

Вариант 2. Когда рассматривается коттеджный поселок. В каждом коттедже устанавливается газовая плита, расходом 1,2 м³/ч, и индивидуально по площади коттеджа подбирается двухконтурный газовый котел на отопление и ГВС. Принимается, что во всем поселке коттеджи типовые и котлы и плиты с одинаковым расходом. Таким образом каждый коттедж имеет свою котельную.

Часовой расход на коттедж равен, м³/ч:

$$Q_{\text{КОТТ}}^h = \sum_{i=1}^m k_{\text{sim}}q_{\text{НОМ}}n_i, \quad (3.2)$$

где k_{sim} - коэффициент одновременности, значение которого следует принимать 0,85 для двухконтурных котлов и 1,0 для плиты; $q_{\text{НОМ}}$ - номинальный

расход газа прибором или группой приборов, м³/ч, принимаемый по паспортным данным или техническим характеристикам приборов; n_i – число однотипных приборов или групп приборов.

Часовой расход на поселок равен, м³/ч:

$$Q_{\text{пос}}^h = Q_{\text{котт}}^h N_{\text{котт}}. \quad (3.3)$$

Годовой расход на поселок, м³/год можно вычислить, зная численность поселка, по которой по Приложению 3 определить коэффициент часового максимума. Таким образом:

$$Q_{\text{пос}}^{\text{год}} = m Q_{\text{пос}}^h. \quad (3.4)$$

Годовой расход газа на мелкие предприятия составляет 5 % от расхода на квартиры, м³/год:

$$Q_{\text{МП}} = 0,05 Q_{\text{кв}}. \quad (3.5)$$

Годовой расход газа на прачечные, м³/год:

$$Q_{\text{прач}} = 100 \frac{z_{\text{п}} y_{\text{п}} N}{1000} q_{\text{п}} / Q_{\text{н}}, \quad (3.6)$$

где 100 – норма накопления белья 100 т на 1000 жителей; $z_{\text{п}}$ - доля жителей, пользующихся услугами прачечной; $q_{\text{п}}$ - норма расхода теплоты на 1 т белья в зависимости от оснащённости прачечной (Приложение 1); $y_{\text{п}} = 0,65 \dots 0,85$ – доля прачечных использующих газ.

Годовой расход газа на бани, м³/год:

$$Q_{\text{б}} = 52 z_{\text{б}} N y_{\text{б}} q_{\text{б}} / Q_{\text{н}}, \quad (3.7)$$

где 52 – количество помывок, приходящихся на 1 человека в год; $y_{\text{б}} = 0,65 \dots 0,85$ – доля бань использующих газ; $z_{\text{б}}$ - доля жителей, пользующихся банями; $q_{\text{б}}$ - норма расхода тепла на одну помывку в зависимости от оснащённости бани (Приложение 1).

Годовой расход газа на предприятия общепита, м³/год:

$$Q_{\text{оп}} = 360 z_{\text{оп}} N y_{\text{оп}} q_{\text{оп}} / Q_{\text{н}}, \quad (3.8)$$

где $y_{\text{оп}} = 0,65 \dots 0,85$ - доля столовых использующих газ; $z_{\text{оп}}$ - доля жителей, пользующихся столовыми; $q_{\text{оп}}$ - норма расхода тепла (обед + завтрак) (Приложение 1).

Годовой расход газа на здравоохранение, м³/год:

$$Q_{yз} = \frac{ny_{yз}}{1000} Nq_{yз}/Q_H, \quad (3.9)$$

где n – число коек на 1000 жителей города; $y_{yз} = 0,65 \dots 0,8$ – доля больниц использующих газ; $q_{yз}$ - норма потребления тепла на приготовление пищи + горячей воды на одну койку (Приложение 1).

Годовой расход газа на хлебопекарни, м³/год:

$$Q_{хп} = K_B \frac{365}{1000} y_{хп} Nq_{хп}^{cp}/Q_H, \quad (3.10)$$

где $K_B = (0,6 \dots 0,8)$ - норматив выпечки хлеба на хлебозаводах и пекарнях на 1000 жителей в сутки из задания; $y_{хп} = 0,65 \dots 0,85$ – доля хлебозаводов и пекарен использующих газ; $q_{хп}^{cp}$ - усредненная норма расхода тепла на выпечку хлебопекарных изделий (Приложение 1).

Годовой расход газа на отопление и вентиляция жилых и общественных зданий (для коттеджного поселка этот параметр не рассчитываем), м³/год:

$$Q_{ов} = \left[24(1+k) \frac{t_{вн}-t_{cpо}}{t_{вн}-t_{po}} + zk_1k \frac{t_{вн}-t_{cpо}}{t_{вн}-t_{pв}} \right] \frac{0,2Fqn_o}{\eta_o} / Q_H, \quad (3.11)$$

где k_1, k - коэффициенты, учитывающие расходы тепла на отопление и вентиляцию общественных зданий ($k_1 = 0,25, k = 0,4$); z - среднее число работы системы вентиляции общественных зданий в течении суток ($z = 16$ ч); F – общая площадь населенного пункта, м²; η_o – КПД – системы: (0,8 ... 0,85) – для котельных, (0,7 ÷ 0,75) – для отапливаемых печей; q – укрупненный показатель максимального часового расхода тепла на отопление жилых зданий, МДж/ч на 1 м² жилой площади (Приложение 7); n_o - продолжительность отопительного периода, сут (Приложение №5); $t_{вн}$ - температура внутреннего воздуха, С; $t_{cpо}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон, С; t_{po} - расчетная наружная температура для проектирования отопления, С; $t_{pв}$ - расчетная наружная температура для проектирования вентиляции, С.

Годовой расход газа на централизованное горячее водоснабжение жилых зданий (для коттеджного поселка этот параметр не рассчитываем), м³/год:

$$Q_{гв} = 24q_{гв}N_1 \left[n_o + (350 - n_o) \frac{60-t_{хл}}{60-t_{хз}} \beta \right] \frac{1}{\eta_{гв}} / Q_H, \quad (3.12)$$

где $t_{хз}$, $t_{хл}$ - температуры водопроводной воды в отопительный (зимний) и летний периоды, С ($t_{хз} = 5^{\circ}\text{C}$, $t_{хл} = 15^{\circ}\text{C}$); β – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период ($\beta = 0,8$); N_1 - число жителей, пользующихся централизованным горячим водоснабжением в квартирах; $\eta_{гв}$ - КПД котельной (0,8 ... 0,85); n_o - продолжительность отопительного периода (Приложение №5), сут; $q_{гв}$ – укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение, МДж/ч на одного человека (Приложение 8).

Годовой расход газа на промышленные предприятия, м³/год:

1 вариант расчета:

$$Q_{пп} = (305 \dots 350)Q_{пп}, \quad (3.13)$$

где (305 ... 350) - число рабочих суток в году в зависимости от производственного режима работы предприятия; $Q_{пп}$ – суточный расход газа на промышленном предприятии (сверить с расходом, полученным из оценочного расчета теплового баланса энергоустановок предприятия).

2 вариант расчета: изучаем технологию заданного по заданию производства (цеха), по балансовому уравнению (см. главу 4) находим часовые расход(ы) на энергоустановку(и), работающую(ие) на газовом топливе, далее по приложению 2 находим коэффициент перехода от годового расхода к максимальному часовому по различным отраслям промышленности в целом по отрасли и определяем путем перемножения часового расхода и этого коэффициента требуемый годовой расход на предприятие (цех).

Рассчитываем расход газа на котельную, необходимый для технологических нужд, если это необходимо, и для отопления предприятия.

Глава 4. Расчет теплового баланса печей

Тепловой баланс составляется для определения расхода топлива, при этом учитываются зоны, потребляющие тепло, например, зона подогрева и обжига. Для зоны охлаждения печи составляется самостоятельный тепловой баланс, откуда находится расход воздуха, необходимый для охлаждения. Для печей периодического действия баланс тепла рассчитывается на отдельные периоды работы (подъем температуры, период выдержки и охлаждения).

По закону сохранения энергии в любой установке расход тепла:

$$Q_{расх} = Q_{м} + Q_{исп} + Q_{хим} + Q_{дым} + Q_{неп} + Q_{кл} + Q_{луч} + Q_{выб} + Q_{тр} + Q_{суш} + Q_{конв}, \quad (4.1)$$

должен быть равен его приходу:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{Г}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{т}}, \quad (4.2)$$

Поэтому уравнение теплового баланса записывается в следующем виде:

$$Q_{\text{расх}} = Q_{\text{прих}}. \quad (4.3)$$

В зависимости от назначения печи отдельные статьи в расчете теплового баланса могут отсутствовать, например, $Q_{\text{тр}}$ для вращающейся печи, $Q_{\text{кл}}$ - для камерной печи и пр.

Распишем каждую составляющую уравнения теплового баланса:

Тепло выделенное при сгорании топлива:

$$Q_{\text{Г}} = Q_{\text{н}}^{\text{р}} V, \text{ кВт}, \quad (4.4)$$

где $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ - теплота сгорания топлива, кДж/кг или кДж/м³, V - расход топлива, кг/с или м³/с.

Тепло, вносимое подогретым воздухом:

$$Q_{\text{в}} = \alpha L_0 i'_{\text{в}} V, \text{ кВт}, \quad (4.5)$$

где теоретически необходимый для горения расход воздуха для природного газа определяется по зависимости, м³/кг или м³/м³,

$$L_0 = 4,76 V_{O_2}, \quad (4.6)$$

где $i'_{\text{в}}$ - энтальпия воздуха (теплосодержание), кДж/м³, находятся в зависимости от температуры Приложение 15, V_{O_2} - теоретически необходимый объем кислорода. В расчетах принимают следующий состав воздуха: азот – 79%, кислород – 21% по объему. При расчете печей влажность атмосферного воздуха не учитывается. Она учитывается в основном при расчетах сушил.

Для твердых и жидких топлив, состав которых выражен в процентах по массе, расход кислорода на горение равен:

$$V_{O_2} = 0,01(2C_{H_4} + 3,5C_{2H_6} + 5C_{3H_8} + 6,5C_{4H_{10}} + 8C_{5H_{12}}), \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (4.7)$$

где $C_{H_4}, C_{2H_6}, C_{3H_8}, C_{4H_{10}}$ - составляющие рабочего топлива, %.

Если воздух, идущий для горения, разделяется на первичный и вторичный с разными температурами подогрева, то расчет ведется и для того и для другого.

Тепло, вносимое подогретым топливом:

$$Q_T = c_T t_T B, \text{ кВт}, \quad (4.8)$$

где c_T - средняя теплоемкость топлива, равная для сухого топлива $c_T^c = 1,05$ кДж/(кг · град), для газообразного топлива энтальпия ($c_T^c t$) определяется в зависимости от температуры и состава газа Приложение 16, t_T - температура подогрева топлива принимается в следующих пределах: твердое топливо, сжигается неподогретым в зимнее время – ниже нуля, летом 15...20°C; пылевидное топливо – сжигается при нагреве до 40...50°C; мазут нагревают до 55...90°C (высоковязкие мазуты подогревают до 90-95°C); природный газ неподогретый температура варьируется от 0-30°C; подогретое газообразное топливо в регенераторах (генераторного, коксодового газа) – 800...1100°C.

Тепло, затраченное на нагрев материала или изделий:

$$Q_M = P(c_K t_K - c_H t_H), \text{ кВт}, \quad (4.9)$$

где P – производительность печи по сухому (обожженному) материалу, кг/с, $c_K t_K$ - энтальпия материала, в конце нагрева до конечной температуры обжига, кДж/кг, $c_H t_H$ - энтальпия материала в начале нагрева при начальной температуре t_H , c_K - массовая теплоемкость материала в интервале температур от 0 до t_K , кДж/(кг·град) Приложение 17, 18.

Если при обжиге в печь загружаются шихтовые материалы в количестве, отличающемся от выхода обожженного продукта, то тепло, затраченное на нагрев материала рассчитывается по формуле:

$$Q_M = P c_K t_K - P_c c_H t_H, \text{ кВт},$$

где P_c - расход сухого материала (шихты), поступающего в печь, кг/с, $c_H t_H$ - начальная энтальпия сухих материалов, кДж/кг.

Тепло затраченное на испарение влаги и нагрев водяных паров:

$$Q_{\text{исп}} = (2500 - 4,2 t_H) W_{\text{вл}}, \text{ кВт}, \quad (4.10)$$

где 2500 – скрытая теплота парообразования влаги, кДж/кг, 4,2 – теплоемкость воды, кДж/кг, t_H - температура влажных материалов, поступающих в печь, град.

Количество влаги, испаряемой из материала, определяется по абсолютной или относительной влажности:

$$W_{\text{вл}} = P \frac{W_a}{100} = P_c \frac{W}{100 - W}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (4.11)$$

где W_a, W - абсолютная и относительная влажность материала, %.

Тепло затраченное на химические реакции при нагреве материала (клинкeroобразование, стеклообразование):

$$Q_{\text{хим}} = q_{\text{хим}} G_{\text{хим}}, \text{ кВт}, \quad (4.12)$$

где $q_{\text{хим}}$ - теплота, расходуемая на физико-химические процессы 1 кг исходного химического вещества в необоженном продукте, кДж/кг, $G_{\text{хим}}$ - количество исходного химического вещества в материале, загружаемом в печь:

$$G_{\text{хим}} = 0,01n P_c, \text{ кг/с} \quad (4.13)$$

где n – процентное содержание исходного химического вещества в сухой массе материала, %.

Теплота дегидратации глин, отнесенная к 1 кг глины, составляет: $q_{\text{хим}} = 290 \dots 557$ кДж/кг; на 1 кг Al_2O_3 – $q_{\text{хим}} = 2090$ кДж/кг; на 1 кг санфаянсовых изделий – $q_{\text{хим}} = 314 \dots 377$ кДж/кг. Теплота дегидратации гипсового камня при температуре $60 \dots 150^\circ\text{C}$ (переход в полуводный) на 1 кг шихты – $q_{\text{хим}} = 578$ кДж/кг (при отделении воды в виде паров).

Теплота диссоциации карбонатов $q_{\text{хим}} = 1310$ кДж/кг $MgCO_3$; $q_{\text{хим}} = 1780$ кДж/кг $CaCO_3$, а при расчете на продукт MgO – $q_{\text{хим}} = 2750$ кДж/кг MgO ; при расчете на продукт CaO – $q_{\text{хим}} = 3177$ кДж/кг CaO .

Теплота реакции при вспучивании глин в производстве керамзита $q_{\text{хим}} = 400 \dots 600$ кДж/кг.

При обжиге цементного клинкера расход тепла на клинкeroобразование составляет при обжиге обычного сырья из известкового и глинистого компонента $q_{\text{хим}} = 1670 - 2000$ кДж/кг клинкера; при обжиге сырья с применением доменного шлака $q_{\text{хим}} = 960 - 1050$ кДж/кг клинкера.

При варке стекла расход тепла на стеклообразование составляет при содовой шихте $q_{\text{хим}} = 2680$ кДж/кг стекла, при сульфатной шихте $q_{\text{хим}} = 3180$ кДж/кг стекла.

Теплота плавления стекла составляет $i_{\text{пл}} = 251 - 347$ кДж/кг, гранита и др. горных пород $i_{\text{пл}} = 420$ кДж/кг, доменных и мартеновских шлаков $i_{\text{пл}} = 125 - 200$ кДж/кг, льда $i_{\text{пл}} = 335$ кДж/кг.

Расход тепла на процессы клинкeroобразования и стеклообразования определяются расчетом по составу исходных сырьевых материалов и заданного состава готового продукта.

Потери тепла с дымовыми газами (продуктами горения), уходящими из рабочего пространства печи:

$$Q_{\text{дым}} = V_{\text{дым}} i_{\text{дым}}, \text{ кВт}, \quad (4.14)$$

где $V_{\text{дым}}$ - объем продуктов горения, уходящих из рабочего пространства печи, с учетом подсосов окружающего воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$, $i_{\text{дым}} = c_{\text{дым}} t_{\text{дым}}$ - энтальпия продуктов горения при температуре уходящих газов, $\text{кДж}/\text{м}^3$ Приложение 16. Температурой уходящих газов задаются, исходя из конструкции печи.

Объем дымовых газов, идущих через дымовую трубу, определяется по формуле:

$$V_{\text{дым}} = B[V_0 + (\alpha_{\text{общ}} - 1)L_0], \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_{\text{общ}}$ - общий коэффициент расхода воздуха на рассматриваемом участке печи. Для длинных туннельных печей $\alpha_{\text{общ}} = 4 \dots 5$. При автоматическом регулировании перепада разрежений между рабочим пространством и контрольным коридором туннельных печей $\alpha_{\text{общ}} = 2,5 \dots 3,0$; L_0 - теоретически необходимый для горения расход воздуха, $\text{м}^3/\text{м}^3$, V_0 - теоретически необходимое количество воздуха ($\alpha = 1,0$).

Теоретически необходимое количество воздуха, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V_0 = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O}, \quad (4.16)$$

где:

$$V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12}), \quad (4.17)$$

$$V_{H_2O} = 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + H_2O + 0,16d\alpha L_0), \quad (4.18)$$

$$V_{SO_2} \approx 0, \quad (4.19)$$

$$V_{N_2} = 0,79\alpha L_0 + 0,01N_2. \quad (4.20)$$

Влагосодержание продуктов горения d , $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$d = \frac{804V_{H_2O}}{1,977V_{CO_2} + 1,25V_{N_2} + 1,429V_{O_2}}, \frac{\text{г}}{\text{кг}} \text{ сух. газ.} \quad (4.21)$$

Вместе с продуктами горения топлива из рабочего пространства печи уносятся продукты дегидратации и диссоциации материалов (CO_2 и H_2O) и пыль (унос) сухого материала, что является дополнительными потерями тепла с уходящими газами.

При полном разложении содержащихся в материале $CaCO_3$ и $MgCO_3$ выделяется CO_2 :

$$V'_{CO_2} = 0,01P_c(0,4CaO + 0,553MgO), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.22)$$

где CaO и MgO - содержание окислов в обожженном продукте, %.

Количество гидратной влаги в материале находится по формуле:

$$V'_{H_2O} = 0,0124P_c(\Pi - CO_2), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.23)$$

где Π – потери при прокаливании, % от веса сухого материала, CO_2 - количество CO_2 , выделившееся при декарбонизации, %:

$$CO_2 = 0,44CaCO_3 + 0,522MgCO_3, \% \quad (4.24)$$

или

$$CO_2 = 0,786CaO + 1,09MgO, \% \quad (4.25)$$

где $CaCO_3$ и $MgCO_3$ - содержание $CaCO_3$ и $MgCO_3$ в сухих материалах перед загрузкой в печь, %.

Потери тепла с уходящими продуктами разложения:

$$Q_{\text{дис}} = V'_{CO_2} i_{CO_2} + V'_{H_2O} i_{CO_2}, \quad (4.26)$$

где $i_i = c_i t_0$.

Количество гидратной влаги, выделившейся при дегидратации глины равно:

$$V'_{H_2O} = 0,00435Al_2O_3 \cdot P_c, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.27)$$

где Al_2O_3 - содержание Al_2O_3 в сухом материале, %.

Количество гигроскопической и внешней влаги, выделяемой из материала при его нагреве (в зоне сушки) составляет:

$$V''_{H_2O} = 0,0124P_c W_a, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.28)$$

где W_a - абсолютная влажность материала, % от веса сухого материала.

Потери тепла с пылью, уносимой с продуктами горения в атмосферу, составляет:

$$Q_{\text{ун}} = G_{\text{ун}} c_{\text{ун}} t_{\text{газ}}, \text{ кВт}, \quad (4.29)$$

где $G_{\text{ун}}$ - количество уносимой из печи сырьевой пыли, кг/с:

$$G_{\text{ун}} = P_c \frac{a_{\text{ун}}}{100} \left(1 - \frac{\beta}{100} \right), \text{ кг/с}, \quad (4.30)$$

где $c_{\text{ун}}$ - теплоемкость уносимой пыли (для цементнообжигательных печей $c_{\text{ун}} = 1,06$ кДж/(кг · град)); $t_{\text{газ}}$ - температура уходящих газов, град; $a_{\text{ун}}$ - количество уносимой из печи сырьевой пыли, % от расхода сухого сырья; β - степень полноты декарбонизации безвозвратного уноса (для вращающихся печей $\beta = 0,3 \dots 0,6$).

Если часть пыли уноса $G'_{\text{ун}}$ возвращается в печь при температуре $t_{\text{воз}}$ в количестве $G'_{\text{ун}}$, то:

$$Q_{\text{ун}} = G_{\text{ун}} c_{\text{ун}} t_{\text{газ}} - G'_{\text{ун}} c_{\text{ун}} t_{\text{воз}}, \text{ кВт}. \quad (4.31)$$

Расход тепла на дегидратацию и декарбонизацию уноса равен:

$$Q_{\text{ун}} = G_{\text{ун}}^c (23,78 Al_2O_3 + 29,64 CaO + 17,0 MgO), \text{ кВт}, \quad (4.32)$$

где Al_2O_3 , CaO , MgO - содержание соответствующих окислов в составе шихты, %; $G_{\text{ун}}^c$ - количество сухих сырьевых материалов в безвозвратном уносе, кг/с.

Потери тепла вследствие (химической и механической) неполноты горения топлива:

$$Q_{\text{неп}} = Q_{\text{хим}}^{\text{неп}} + Q_{\text{мех}}^{\text{неп}}, \text{ кВт}, \quad (4.33)$$

где $Q_{\text{хим}}^{\text{неп}}$ - потери от химической неполноты сгорания, кВт; $Q_{\text{мех}}^{\text{неп}}$ - механические (провал, унос, утечка) потери топлива.

При нормальной работе горелок и форсунок при сжигании газа и мазута потери от химической неполноты горения близки к нулю, если не требуется поддерживать специально атмосферу печи с присутствием CO .

При поддержании восстановительной среды в рабочем пространстве печи при обжиге изделий потери от химической неполноты горения, если приближенно принять, что на 1% CO приходится 0,5% H_2 при отсутствии

метана, то по содержанию CO (%) в дымовых газах потери от химической неполноты горения равны:

$$Q_{\text{хим}}^{\text{неп}} = 121COV_{\alpha}B, \text{ кВт}, \quad (4.34)$$

где V_{α} – теоретически необходимое количество воздуха, при $\alpha \neq 1,0$.

Потери тепла от механической неполноты горения при сжигании твердого топлива в слое (провал, унос) составляет примерно 5-10% от теплоты сгорания топлива. При факельном сжигании топлива эти потери составляют не более 1,0%, тогда:

$$Q_{\text{мех}}^{\text{неп}} = 0,01mQ_{\text{н}}B, \text{ кВт}, \quad (4.35)$$

где m - принятый процент механической неполноты горения от теплоты сгорания топлива.

Потери тепла через кладку в окружающее пространство через кладку стен и свода определяют по зонам, на которые разделено рабочее пространство печи:

$$Q_{\text{кл}} = \frac{0,001F(t_{\text{газ}} - t_{\text{воз}})}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ кВт}, \quad (4.36)$$

где $(t_{\text{газ}} - t_{\text{воз}})$ - разность температур газов рабочего пространства печи и окружающего воздуха, град; α_1 - коэффициент теплоотдачи от печных газов к стенкам внутри рабочего пространства; при невысокой температуре (сухих газов) $\alpha_1 = 7 \dots 14$, для смеси воздуха с водяным паром $\alpha_1 = 20 \dots 200$, для печных газов $\alpha_1 = 100 \dots 450$ и для насыщенного водяного пара без примеси воздуха $\alpha_1 = 9000 \dots 12000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$; $\sum \frac{s}{\lambda}$ - сумма тепловых сопротивлений отдельных слоев кладки; s - толщина слоя, м; λ - коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$ Приложение 6; α_2 - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стенок в окружающую среду.

Коэффициент α_2 можно определить по упрощенной формуле для температуры стены $t_{\text{н}} = 100 \dots 400^{\circ}\text{C}$:

$$\alpha_2 = (9,5 + 0,07t_{\text{н}})(1 + 0,2v), \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град}), \quad (4.37)$$

где v - скорость ветра для поверхностей на открытом воздухе, м/с.

Для средних температур $1000 \dots 1500^{\circ}\text{C}$ туннельной печи температура наружной поверхности стенок находится в пределах $60 \dots 100^{\circ}\text{C}$, коэффициент $\alpha_2 = 12 \dots 15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$.

Потери тепла излучением через открытые отверстия (окна и щели):

$$Q_{\text{луч}} = 0,0057 \left[\left(\frac{T_{\text{пр}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{окр}}}{100} \right)^4 F \varphi z \right], \text{ кВт}, \quad (4.38)$$

где $T_{\text{пр}}, T_{\text{окр}}$ - температуры печного пространства, откуда происходит излучение, и окружающей среды, К; F - площадь сечения отверстия, м^2 ; φ - коэффициент диафрагмирования, который определяется по рис. 1; z - продолжительность открытия окна, ч. Значения $\left(\frac{T}{100} \right)^4 = \left(\frac{273+t}{100} \right)^4$ Приложение 5.

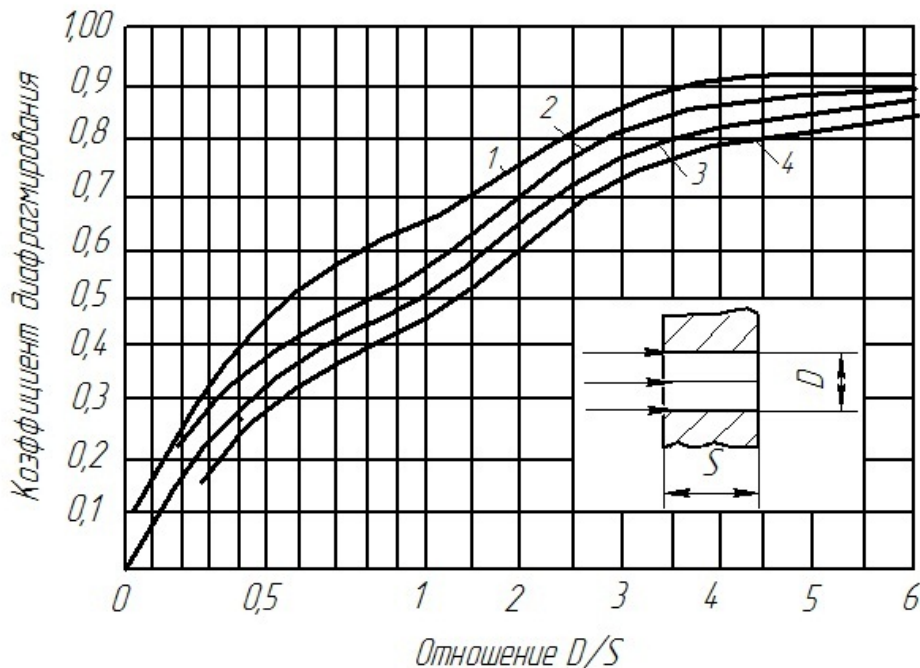


Рис.1 График определения коэффициента диафрагмирования: 1- прямоугольное вытянутое отверстие; 2 – прямоугольное отверстие 2: 1; 3 – квадратное отверстие; 4 – круглое отверстие

Потери тепла от утечки газов через открытые отверстия:

$$Q_{\text{выб}} = V_{\text{выб}} i_{\text{выб}}, \text{ кВт}, \quad (4.39)$$

где $i_{\text{выб}}$ - энтальпия выбивающихся газов при данной температуре, $\text{кДж}/\text{м}^3$; $V_{\text{выб}}$ - количество газов, выходящих из отверстия, $\text{м}^3/\text{с}$.

Количество выбивающихся газов через щель, расположенную горизонтально, определяют по формуле:

$$V_{\text{выб}} = 2,74F \sqrt{\frac{H(\rho_{\text{воз}} - \rho_{\text{газ}})}{\rho_{\text{газ}}}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.40)$$

где F - площадь сечения отверстия, м²; H - высота от уровня нулевого давления в печи до середины отверстия, м.

Количество выбивающихся газов через щель, расположенную вертикально, определяют по формуле:

$$V_{\text{выб}} = 1,83F \sqrt{\frac{H(\rho_{\text{воз}} - \rho_{\text{газ}})}{\rho_{\text{газ}}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}. \quad (4.41)$$

Расход тепла на нагрев транспортирующих устройств. При движении вагонетки вдоль печи ее футеровка нагревается. При многослойной футеровке тепло, аккумулированное футеровкой вагонеток, определяется для каждого отдельного слоя по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = G'_{\text{ф}}(c'_{\text{к}}t'_{\text{к}} - c'_{\text{н}}t'_{\text{н}}) + G''_{\text{ф}}(c''_{\text{к}}t''_{\text{к}} - c''_{\text{н}}t''_{\text{н}}) + \dots, \text{кВт}, \quad (4.42)$$

где $c'_{\text{н}}t'_{\text{н}}$, $c''_{\text{н}}t''_{\text{н}}$ - начальная энтальпия соответствующих слоев футеровки; $c'_{\text{к}}t'_{\text{к}}$, $c''_{\text{к}}t''_{\text{к}}$ - энтальпия соответствующих слоев футеровки вагонеток в конце рассматриваемого периода нагрева при средней температуре $t'_{\text{к}}$ и $t''_{\text{к}}$ соответственно; $G'_{\text{ф}}$, $G''_{\text{ф}}$ - масса слоев футеровки вагонетки, кг/с. При многослойной футеровке масса вагонетки подсчитывается для каждого отдельного слоя в отдельности (кг), затем умножается на величину $v/3600$, где v - скорость движения вагонеток, которая определяется по формуле:

$$v = \frac{P}{G_1} = \frac{n}{\tau}, \quad (4.43)$$

где P - производительность печи, т/ч; G_1 - емкость одной вагонетки; n - количество вагонеток в печи; τ - продолжительность обжига, ч.

Для полностью прогретой футеровки для стационарного состояния средняя температура каждого слоя определяется по температурам на границе каждого слоя:

$$t'_{\text{к}} = \frac{t_1 + t_2}{2}; \quad t''_{\text{к}} = \frac{t_2 + t_3}{2} \quad (4.44)$$

и т.д.

При неустановившемся тепловом потоке, когда футеровка аккумулирует тепло, его приближенно можно рассчитать:

$$Q_{\text{тр}} = (0,65 - 0,85) \sum G_{\text{ф}} c_{\text{к}} t_{\text{к}}, \text{кВт}, \quad (4.45)$$

где $t_{\text{КС}}$ - средняя температура слоя футеровки, рассчитанная для прогрева до стационарного состояния.

Тепло, отводимое из рабочего пространства на сторону (для сушил). Для туннельных печей, имеющих зоны охлаждения, количество охлаждающего воздуха, подаваемого в печь, определяется из расчета охлаждения обожженных изделий до температуры 60...100°C. Обычно в высокотемпературных печах это количество воздуха не может быть полностью использовано в зоне обжига для сжигания топлива, поэтому его отбирают для сушил. Значительная часть горячего воздуха теряется при выбивании через неплотности песочного затвора и в стыках вагонеток.

Количество тепла, отводимое из зоны охлаждения на сторону (для сушил) с горячим воздухом, определяется из теплового баланса зоны охлаждения:

$$Q_{\text{суш}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}} = V_{\text{воз}} i_{\text{воз}}, \text{ кВт}, \quad (4.46)$$

где $V_{\text{воз}}$ - объем воздуха, м³/с; $i_{\text{воз}}$ - энтальпия при температуре, отводимого из печи горячего воздуха, кДж/м³ (Приложение 15).

Потери тепла с конвективными потоками стекломассы (для стекловаренных печей):

$$Q_{\text{конв}} = G_{\text{ст}}(c_1 t_1 - c_2 t_2)n, \text{ кВт}, \quad (4.47)$$

где $G_{\text{ст}}$ - количество сваренной стекломассы, кг/с; t_1, t_2 - температуры потоков стекломассы, попадающих и возвращающихся в варочную часть печи, град.; c_1, c_2 - средние теплоемкости стекломассы между 0 и t_1 и между 0 и t_2 , кДж/(кг·град); n - коэффициент потока стекломассы.

Используя уравнение теплового баланса (4.3), и расписав все указанные выше составляющие балансового уравнения (4.1), найдем требуемый расход газа V .

Глава 5. Расчет максимального часового расхода газа и неравномерности потребления газа населенным пунктом

Эффективность и равномерность использования газа оценивается среднегодовыми, месячными и суточными расходами. По максимальным часовым расходам газа при пиковых нагрузках определяются диаметры газопроводов. Максимальные пиковые нагрузки наступают в часы одновременного расходования газа потребителями. Для дальнейших расчётов необходимо найти максимальные часовые расходы табл. 2.

Таблица 2

№	Потребитель	Годовой расход газа $Q_{i \text{ год}}, \text{ м}^3/\text{год}$	Коэффициент часового максимума m	Часовой расход газа $Q_{i \text{ час}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{год}}}{m}, \text{ м}^3/\text{ч}$
1	Квартиры	$Q_{\text{кв}}$	Прил. 3	
2	Мелкие предприятия	$Q_{\text{мп}} = 0,05Q_{\text{кв}}$		
3	Прачечные	$Q_{\text{прач}}$		
4	Бани	$Q_{\text{б}}$		
5	Столовые (рестораны, кафе)	$Q_{\text{оп}}$		
6	Больницы	$Q_{\text{уз}}$	Прил. 3	
7	Хлебопекарни	$Q_{\text{хп}}$	Прил. 2	
8	Отопление, вентиляция жилых зданий и общественных учреждений	$Q_{\text{ов}}$	$n_o \times 24$	
9	Горячее водоснабжение жилых и общественных зданий	$Q_{\text{гв}}$	8760 (круглосуточно в течение года)	
10	Промышленные предприятия населенного пункта	$Q_{\text{пп1}}$	Прил. 2	
		$Q_{\text{пп2}}$		
		$Q_{\text{пп3}}$		
ИТОГО		$Q_{\text{год}} = \sum Q_{i \text{ год}}$		$Q'_p = \sum Q_{i \text{ час}}^{\text{max}}$

Полученные данные используются в последующих расчётах.

Существует три вида неравномерности потребления газа: месячная, суточная, часовая. Среднемесячные $Q_{\text{ср}}^{\text{мес}}$, среднесуточные $Q_{\text{ср}}^{\text{сут}}$ и среднечасовые $Q_{\text{ср}}^{\text{час}}$ расходы газа определяются по зависимостям:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{мес}} = \frac{Q_{\text{год}}}{12}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

$$Q_{\text{ср}}^{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{год}}}{365}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (5.2)$$

$$Q_{\text{ср}}^{\text{час}} = \frac{Q_{\text{ср}}^{\text{сут}}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (5.3)$$

Неравномерность потребления газа населенным пунктом определяется коэффициентами равными отношению расхода газа за соответствующий период (месяц, день, час) Q_i и среднего объема подачи $Q_{\text{ср}}^i$ за тот же период, т.е.

$$k_{mi} = Q_i / Q_{\text{ср}}^i. \quad (5.4)$$

5.1 Сезонная неравномерность потребления газа

Сезонный коэффициент неравномерности потребления газа населенным пунктом находится по формуле:

$$k_I = \frac{Q_I}{Q_{\text{мес}}}, \dots, k_{XII} = \frac{Q_{XII}}{Q_{\text{мес}}}, \quad (5.5)$$

где $Q_I \dots Q_{XII}$ месячные расходы потребления газа населенным пунктом с января по декабрь находятся по Приложению 4, как процентное соотношение суммарного годового расхода всех категорий потребителей за весь период.

Объемы газа, подлежащие аккумулярованию в подземных хранилищах, или подлежащие передаче предприятиям регуляторам в период провала потребления газа определяются из зависимости:

$$Q = Q_{\text{мес}} \sum_{i=1}^w (k_{mi_{k>1}} - 1), \quad (5.6)$$

где k_{mi} - коэффициент неравномерности i - го месяца, w - число месячных коэффициентов неравномерности потребления газа по величине больше единицы.

Для построения сезонного графика потребления газа используются процентные соотношения значений месячных расходов газа (Приложение 4) для различных потребителей,

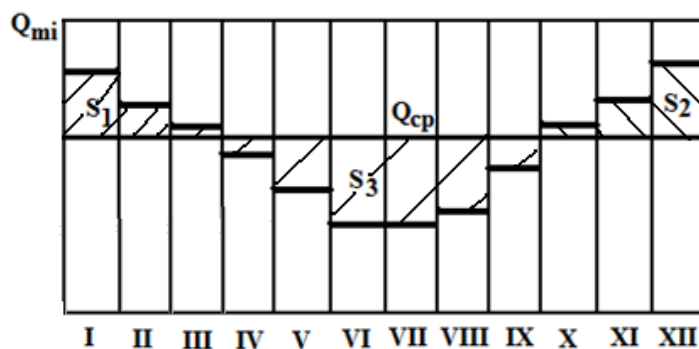


Рис.2. Сезонный график потребления газа:

S_1, S_2 - объемы газа, превышающие среднюю подачу газа; S_3 - объемы неиспользованного газа (активная емкость газохранилища). При этом должно выполняться условие $S_1 + S_2 = S_3$ (рис. 2).

5.2 Суточная неравномерность потребления газа

Суточная неравномерность потребления газа возникает из-за понижения потребления газа населением в ночное время, режима потребления газа промышленными предприятиями и т.п. В среднем за каждый час, начиная с

нуля часов, в течение суток происходит увеличение потребления газа на величину:

$$\delta_0 = \frac{100\%}{24} = 4,17\%. \quad (5.7)$$

Таблица 3

Часы суток, ч $n - (n + 1)$	Поступление газа начало счета, % $\delta_n = (n + 1)\delta_0$	Расход газа, % от суточного по- требления		Избыток или недостаток газа, %
		За данный час	С начала счёта	
1	2	3 ¹	4 ²	5 ³
0 – 1	4,17	3,1	3,1	1,07
1 – 2	8,34	2,6	5,7	2,64
2 – 3	12,51	2,5	8,2	4,31
3 – 4	16,68	2,2	10,4	6,28
4 – 5	20,85	2,5	12,9	7,95
5 – 6	25,02	2,7	15,6	9,42
6 – 7	29,19	3,5	19,1	10,09
7 – 8	33,36	5,0	24,1	9,26
8 – 9	37,53	5,2	29,3	8,23
9 – 10	41,7	5,2	34,5	7,2
10 – 11	45,87	5,4	39,9	5,97
11 – 12	50,04	5,2	45,1	4,94
12 – 13	54,21	4,9	50,0	4,21
13 – 14	58,38	5,0	55,0	3,38
14 – 15	62,55	4,0	59,0	3,55
15 – 16	66,72	5,2	64,2	2,52
16 – 17	70,89	4,7	68,9	1,99
17 – 18	75,06	5,0	73,9	1,16
18 – 19	79,23	5,2	79,1	0,13
19 – 20	83,4	5,4	84,5	-1,1
20 – 21	87,57	4,7	89,2	-1,63
21 – 22	91,74	4,2	93,4	-1,66
22 – 23	95,91	3,5	96,9	-0,99
23 – 24	100	3,1	100	0

Максимальным избыточным значением является 10,06%, минимальным - значением (недостаток газа) величина -1,66%, т.е.

ИТОГ: max = 10,09, min = - 1,66 .

¹ В п.3 табл.3 представлен расход газа в процентном отношении от суточного объема потребления. Обозначены средние значения для любого крупного населенного пункта.

² В п.4 табл. 3 начиная с нуля часов расход газа приравнивается к расходу за данный час, далее с 1-2 часов 2,6+3,1=5,7, с 2-3 часов 2,5+5,7=8,2 и т.п.

³ В п.5 табл. 3 представлена разность между газопотреблением на данный час (п.2) и расходом газа (п.4) с начала отсчета

Объем аккумулирующей емкости равен:

$$10,09 - (-1,66) = 11,75\% \approx 12\% \text{ от суточного потребления,} \quad (5.8)$$

т.е.

$$Q_{\text{акк}}^{\text{сут}} = 0,12Q_{\text{сут}}. \quad (5.9)$$

По данным таблицы 3 строится зависимость $Q_{\text{сут}} = f(\tau)$.

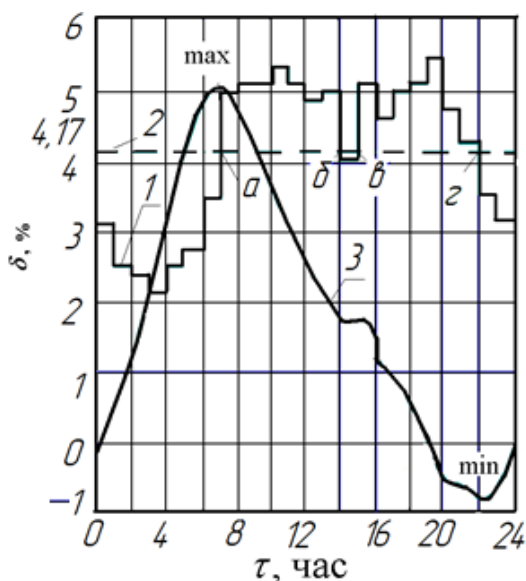


Рис. 3 Суточный график потребления газа и работы газохранилища:

а, б, в, г – моменты времени, когда подача газа равна потреблению,

1 – суточный график потребления газа (п.3 табл. 3),

2 – график подачи газа (п.1 табл. 3),

3 – количество газа, находящееся в хранилище (п.5 табл. 3).

Глава 6. Трассировка и гидравлический расчет кольцевых газопроводов

Различают кольцевые и разветвленные (тупиковые) газораспределительные сети. Кольцевые сети обладают большей надежностью. Газораспределительная сеть включает транзитные и путевые газопроводы. Транзитные газопроводы предназначены для передачи сосредоточенных объемов газа к потребителям, путевые – для подачи газа равномерно распределенным потребителям.

Различают одно- и двухступенчатую систему распределения и подачи газа. При одноступенчатой системе распределение газа и подача его потребителям осуществляется по газопроводам только одного давления. При двухступенчатой системе используются газопроводы высокого (среднего) и низкого давлений.

6.1. Трассировка

Чертежи выполняются в масштабе 1:10000 для варианта района города или 1:1000 для варианта коттеджного поселка. На генплане намечаются зоны обслуживания каждого ГРП, с определенным радиусом $R_{\text{опт}}$ и прорабатывается схема прокладки газопровода (рис. 4).

Оптимальный радиус зоны обслуживания ГРП:

$$R_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{F}{\pi n}}, \text{ м, } (\sim 500 \div 1200) \text{ м.} \quad (6.1)$$

где F – общая площадь населенного пункта, м².

Число ГРП:

$$n = \frac{Q_{\Sigma}}{1500 \div 3000}, \quad (6.2)$$

где Q_{Σ} – суммарный расход газа через городские ГРП, м³/ч, без учета потребителей газа среднего и высокого давления (табл. 2), 1500 ÷ 3000 м³/ч, - оптимальная производительность ГРП, питающих сеть низкого давления.

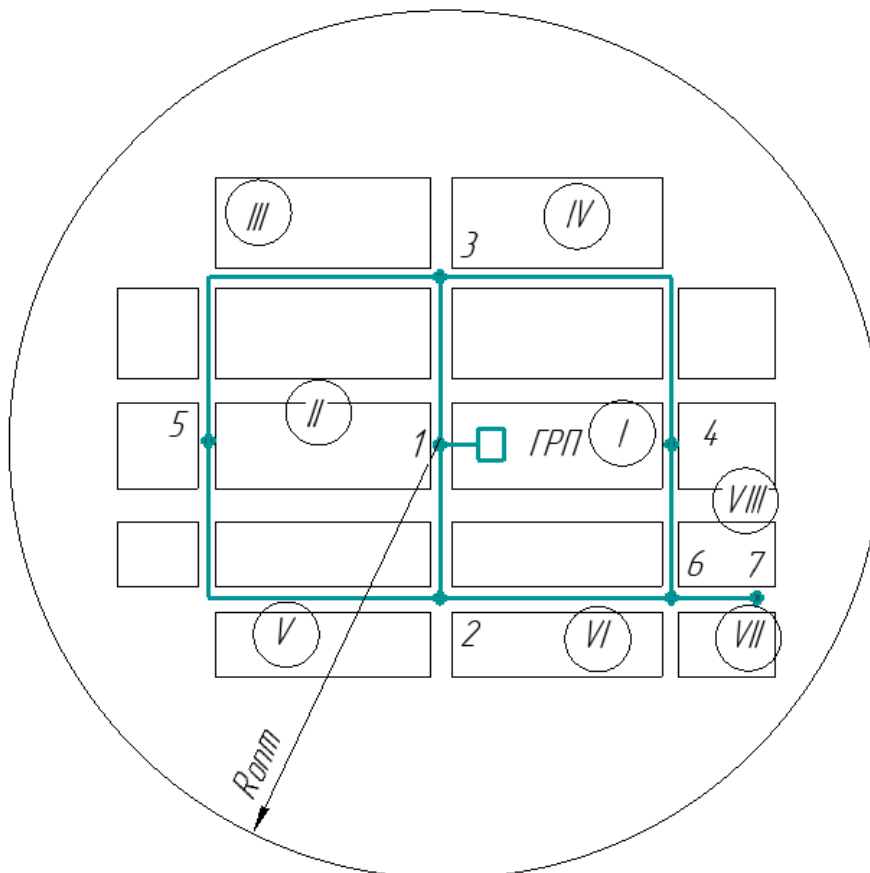


Рис. 4

ГРП размещаются ближе к месту повышенной нагрузки обычно в центре намеченной зоны. Точки встречи потоков располагаются в диаметрально противоположных направлениях относительно точки питания (место установки ГРП), например, узел 4 и 5 относительно узла 1 (ГРП) (рис. 4). Вся газифицируемая площадь разбивается на участки и контуры. Контур может содержать несколько участков (на рис. 4 контуры обозначены римскими цифрами). Определяются направления движения газа по контурам сети.

6.2. Гидравлический расчет кольцевых газопроводов низкого давления

При гидравлическом расчете кольцевых газопроводов низкого давления вводится допущение: $\rho = const$.

Удельный равномерно-распределенный расход $q_{уд}$ на одного человека:

$$q_{уд} = \frac{Q_{рр}}{N}, \left[\frac{м^3}{чел \cdot ч} \right], \quad (6.3)$$

где $Q_{рр} = Q_{кв} + Q_{мп}$ – суммарный расход газа на квартиры и мелкие предприятия (табл. 2 п. 1, 2).

Расчет начинается от точки встречи потоков т.4 или 5 (рис. 4) по направлению к точке питания т.1. Главные направления движения газа – маршруты левого и правого кольца 5-3-1 – левое верхнее полукольцо, 5-2-1 – левое нижнее полукольцо, 4-3-1 – правое верхнее полукольцо, 4-6-2-1 – правое нижнее полукольцо). Находятся удельные путевые расходы для всех питающих контуров сети табл. 4.

Таблица 4

№ГРП	№ контура	Газоснабжаемые зоны				Длина питающего контура l , м	Удельный путевой расход, $м^3/ч$ $q_i = Nq/l$
		Площадь Участка $F_{уч}$, га	N , чел	$q_{уд}$, $\frac{м^3}{чел \cdot ч}$	Расход газа, $м^3/ч$ $Q = Nq$		

Тупиковые участки газопроводов несут только путевые расходы газа. Удельный путевой расход участков, расположенных на границе раздела нескольких контуров равен сумме удельных расходов газа в этих контурах. Каждый участок кольцевого газопровода, кроме своего путевого расхода, передает транзитом через себя путевые расходы газа всех следующих за ним участков. Определяется расчетный расход газа для участков сети табл. 5.

Таблица 5

№ уч	l_y , м	q_i , ⁴ $\frac{м^3}{чел \cdot ч}$	Расходы газа, м ³ /ч		
			$Q_{путев} = lq$, м ³ /ч	$Q_{транзит}$, м ³ /ч	$Q_p = Q_{транзит} + 0,55Q_{путев}$, м ³ /ч
				(сумма расходов прошедших данный участок)	

Общий расход газа выходящего из ГРП $Q_{ГРП}$ определяется суммой расходов правого $Q_{ПК}$ и левого кольца $Q_{ЛК}$:

$$Q_{ГРП} = Q_{ПК} + Q_{ЛК}. \quad (6.4)$$

Суммарные потери давления газа в газопроводах низкого давления (от источника газоснабжения (ГРП) до наиболее удаленного прибора) принимаются не более 1800Па, в том числе в распределительных газопроводах 1200Па. Потери давления на трение с учетом 10% местных гидравлических потерь:

$$\Delta p_m = 0,9\Delta p_c = \frac{\Delta p_c}{1,1}, \quad (6.5)$$

где Δp_c – расчетный перепад давления в сети $\Delta p_c = p_{нач} - p_{кон}$, $p_{нач} = 3000$ Па – давление после ГРП, с которым газ входит в распределительные сети, $p_{кон}$ – номинальное давление газа перед бытовыми приборами, Па.

Определяются длины полуколец: правого (верхнего, нижнего) и левого (верхнего, нижнего). Находятся удельное давление на трение в указанных полукольцах. Определяются диаметры газопроводов (Приложение 9) и потери давления на трение. Результаты гидравлического расчёта кольцевых сетей⁵ низкого давления заносятся в табл. 6.

Таблица 6

№ полу- кольца	наим. участка	длина участка l , м	Q_p , м ³ /ч	$d_n \times$ s , мм	$\frac{\Delta p_m}{l}$, Па/м	$\Delta p = 1,1 \frac{\Delta p_m}{l} l$, Па
1	2-1		табл.5		Прил.9	

⁴ удельный путевой расход на участке данного контура. В случае, когда участок находится на границе двух контуров удельные расходы суммируются

⁵ расход газа и давление записываются со знаком, определяющим направление движения газа « - » - против часовой стрелки, «+» - по часовой стрелке

Находится невязка:

$$\delta = \frac{\Sigma \Delta p}{0,5 \Sigma |\Delta p|} \times 100\% < 10\%. \quad (6.6)$$

Если в результате расчета невязка в кольцах не превысила 10%, то дальнейшую увязку можно не производить. Если ошибка превысила эти пределы, то увязка производится путем ввода поправочных расходов [1] или изменением величины $\Delta p_m/l$ и диаметра труб (Приложение 9).

При расчете тупиковых ответвлений необходимо использовать весь расчетный перепад давлений по направлениям полуколец. Результаты гидравлического расчета тупиковых газопроводов низкого давления сводятся в табл. 7.

Таблица 7

№ уч.	l, м	Q _p , м ³ /ч	располагаемые		d _н × s, мм	$\frac{\Delta p_m}{l}$, Па/м	$\Delta p = 1,1 \frac{\Delta p_m}{l} l$, Па
			$\Delta p = \Delta p_m - \Sigma \Delta p_y$, ⁶ Па	$\frac{\Delta p_m}{l}$, Па/м			
		табл.5			Прил.9	Прил.9	

Диаметры газопроводов принимаются не менее 50мм. На схемах указываются диаметр газопровода, перепад давления, расход, длина участка (ответвления) газопровода, вводы к потребителям.

6.3. Гидравлический расчет кольцевых газопроводов высокого (среднего) давления

В крупных населенных пунктах проектируются кольцевые газовые сети среднего и высокого давления. При расчете таких сетей дается резерв давления для увеличения пропускной способности системы при аварийных гидравлических режимах. При гидравлическом расчете кольцевых газопроводов (среднего) высокого давления вводится допущение: $\rho \neq const$ по длине трубопровода.

Перепад давления учитывается уравнением Дарси в дифференциальной форме:

$$dp = -\frac{\lambda \rho \omega^2}{d} dx. \quad (6.7)$$

⁶ в сумме учитываются потери давления на трение всех участков, находящихся от точки питания (ГРП) до рассчитываемого тупикового ответвления

Используя уравнение состояния идеального газа, уравнение неразрывности, находится скорость газового потока:

$$\omega = \rho_0 Q_0 / (\rho F), \quad (6.8)$$

где ρ - плотность газа, Q - расход газа, F - площадь сечения трубы.

После математических преобразований с учетом равенства $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{p_0 T}{p T_0}$, где $\frac{T}{T_0} \approx 1$ уравнение Дарси имеет следующий вид:

$$dp = - \frac{16\lambda}{d^5} \frac{\rho_0 Q_0^2}{2\pi^2} \frac{p_0}{p} dx. \quad (6.9)$$

Уравнение Дарси интегрируется по длине x от 0 до l и давлению от p_H до p_K при условии $\lambda = const$:

$$\int_{p_H}^{p_K} p^2 dp = \frac{16\lambda}{d^5} \frac{\rho_0 Q_0^2}{\pi^2} p_0 \int_l^0 dx. \quad (6.10)$$

В итоге получается зависимость:

$$p_H^2 - p_K^2 = \frac{16\lambda}{d^5} \frac{\rho_0 Q_0^2}{\pi^2} p_0 l = f(Q, d, l), \quad (6.11)$$

где d – диаметр газопровода, l - длина участка (ответвления). Эта зависимость представлена графически в виде номограммы для заданного газа и известной шероховатости труб (Приложение 10).

Для оценки эффективности обслуживания в период аварийной ситуации вводятся специальные коэффициенты обеспеченности ($K_{об}$) и определяются резервы пропускной способности сети. Для однокольцевых газопроводов расчеты ведутся при поочередных выключениях головных участков слева и справа от точки питания (отмечается номером 1 - ближайшая от ГРС точка). На генплане населенного пункта располагаются все объекты, представленные в табл. 2 (рис. 5). Они охватываются кольцевой трассой газопровода.

Расчетный расход определяется из зависимости:

$$\bar{Q}_p = 0,59 \sum_i K_{об} Q_i, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6.12)$$

где $K_{об} = 0,7 \dots 0,85$ - коэффициенты обеспеченности объектов.

Удельное падение давления с учетом 10% суммарных гидравлических потерь, $\frac{\text{кПа}^2}{100\text{м}}$:

$$\tilde{q} = \frac{(p_H^2 - p_K^2)}{1,1 \cdot 100}, \quad (6.13)$$

где p_H, p_K - давление газа после ГРС и у потребителей соответственно.

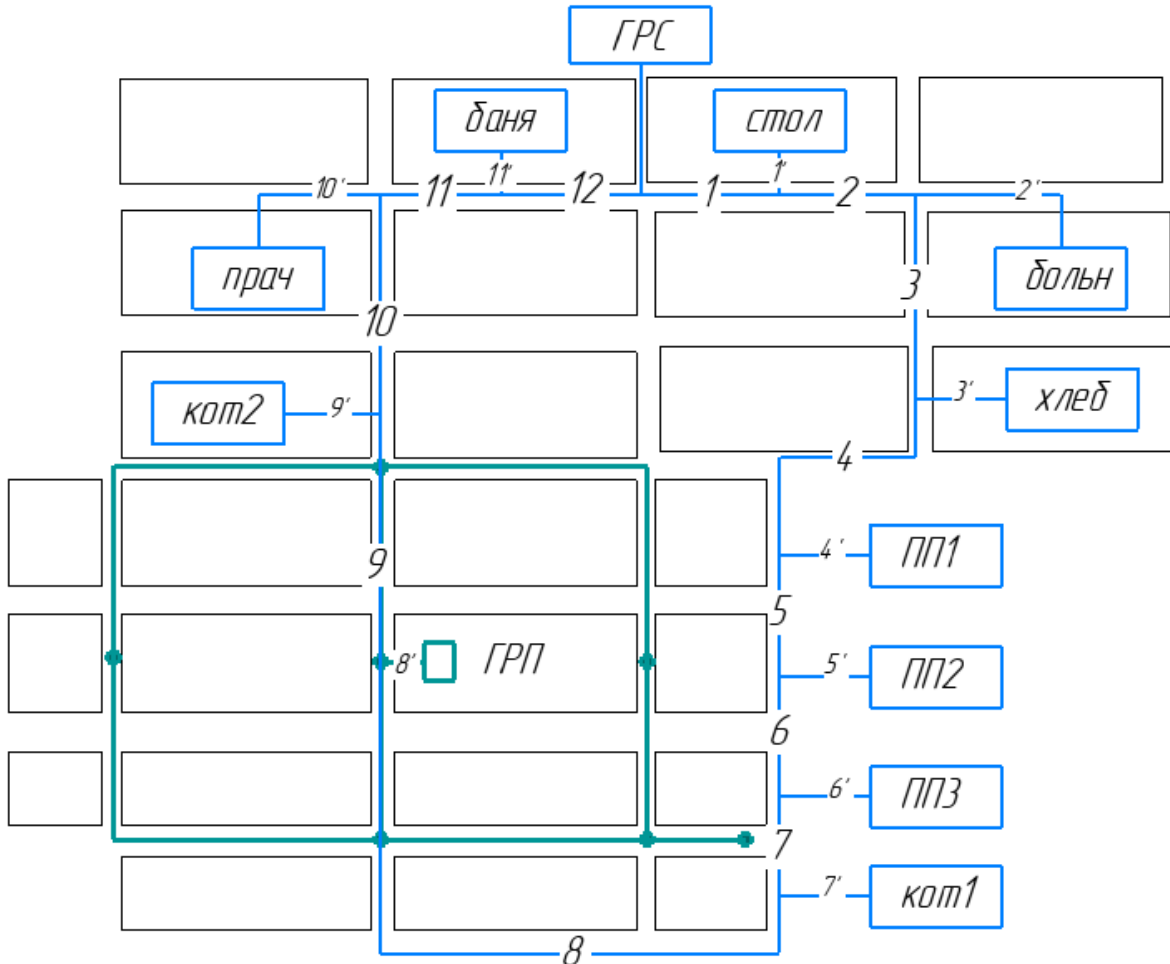


Рис. 5

Если длина кольца L_K , м и $L_K > 100$, то принимается $L_K/100$ и по расходу, удельному давлению и длине кольца определяется диаметр кольцевого газопровода среднего (высокого) давления по Приложению 10.

I. Гидравлический расчет участков и ответвлений при аварийных режимах потокораспределения

Выполняется два варианта гидравлического расчета аварийных режимов при выключении головных участков кольцевого газопровода первого и последнего участков. По номограмме (Приложение 10) находится квадратичная разница давления на участках при подаче газа со сниженным качеством обслуживания потребителям (с учетом $K_{об}$).

Расход газа при аварийном режиме составляет:

$$Q_{ав} = K_{об} Q'_p, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6.14)$$

где Q'_p - суммарный часовой расход газа (табл. 2).

Результаты гидравлического расчета участков при аварийных режимах сводятся в табл. 8.

Таблица 8

Отказал участок N							
Показатели участка				$1,1\Delta p^2 = 1,1(p_H^2 - p_K^2)_y$, ⁷ кПа ²	p_H , кПа	p_K , кПа	Δp , кПа
№ уч	$d_H \times s$, мм	l_y , м	$Q_{авy}$, м ³ /ч				
1			$K_{об} Q'_p$	Прил.10			
2			$K_{об}(Q'_p - Q_1^{отв})$				
3			$K_{об}(Q'_p - Q_1^{отв} - Q_2^{отв})$				
...							
N - 1			аналогично до N - 1 участка				
Итого				Σ			
Итого: $\Delta p_{\Sigma}^2 = \Sigma 1,1(p_H^2 - p_K^2)$							
Отказал участок 1							
Показатели участка				$1,1\Delta p^2 = 1,1(p_H^2 - p_K^2)_y$, кПа ²	p_H , кПа	p_K , кПа	Δp , кПа
№ уч	$d_H \times s$, мм	l_y , м	$Q_{авy}$, м ³ /ч				
N			$K_{об} Q'_p$	Прил.10			
N - 1			$K_{об}(Q'_p - Q_{(N-1)}^{отв})$				
N - 2			$K_{об}(Q'_p - Q_{(N-1)}^{отв} - Q_{(N-2)}^{отв})$				
...							
2			аналогично до 2 участка				
Итого				Σ			
Итого: $\Delta p_{\Sigma}^2 = \Sigma 1,1(p_H^2 - p_K^2)$							

Определяется давление в конечных точках при выключении участка 1 и N, кПа:

$$p_{K(1)} = \sqrt{p_H^2 - \Sigma_2^N (p_H^2 - p_K^2)_y}, \quad (6.15)$$

⁷ Здесь и далее расчет ведется на весь участок $\frac{(p_H^2 - p_K^2) \times 100}{L} \times \frac{l}{100}$

$$p_{к(N)} = \sqrt{p_H^2 - \sum_1^{N-1} (p_H^2 - p_K^2)_y}. \quad (6.16)$$

где $j=1, N$ – номера конечных точек.

Конечное давление на участке:

$$p_{кj} = \sqrt{p_H^2 - \sum_j (p_H^2 - p_K^2)_y}. \quad (6.17)$$

Таблица 9

Отказал участок N							
№ отв	$Q_{об} = \bar{Q}_{об} K_{об},$ м ³ /ч	$l_{от},$ м	$d_H \times s,$ мм	$1,1\Delta p^2 = 1,1(p_H^2 - p_K^2)_{отв},$ кПа ²	$p_H,$ кПа	$p_K,$ кПа	$\Delta p,$ кПа
1			Прил. 10		табл. 10		
2							
$N - 1$					$p_{к(N)}$		
Отказал участок 1							
№ отв.	$Q_{об} = \bar{Q}_{об} K_{об},$ м ³ /ч	$l_{от},$ м	$d_H \times s,$ мм	$1,1\Delta p^2 = 1,1(p_H^2 - p_K^2)_{отв},$ кПа ²	$p_H,$ кПа	$p_K,$ кПа	$\Delta p,$ кПа
$N - 1$			Прил. 10		табл. 10		
$N - 2$							
1					$p_{к(1)}$		

Для определения диаметров газопроводов ответвлений за расчетный перепад давлений необходимо брать минимальное давление в конечных точках $p_{к(1)}$ или $p_{к(N)}$. Это давление возводится в квадрат. Зная, конечные расходы газа в ответвлениях, по Приложению 10 находятся диаметры газопроводов (более 50 мм).

Давление в начале ответвлений приравнивается к конечному давлению участка, на котором оно расположено, при определенном аварийном режиме. Выбирается минимальное из двух аварийных режимов давление p_H , которое считается расчетным. Расход газа на объекте обозначается $\bar{Q}_{об}$.

Результаты гидравлического расчета ответвлений при аварийных режимах сводятся в табл. 9.

II. Гидравлический расчет участков и ответвлений при нормальном режиме распределения потока⁸.

Расход газа и давление в табл. 10 записываются со знаком, определяющим направление движения газа. Знак минус – это направление газа против часовой стрелки, знак плюс газ направлен по часовой стрелке.

Точка схода потоков находится из условия, когда разность расходов газа принимает по двум направлениям отрицательное значение. Эта точка расположена в предварительном расчете посередине кольца. Но после проведения всех пересчетов, уточнения данных путем введения кругового коэффициента, при невязке более 10%, точка схода может сместиться в любом направлении в зависимости от расчета.

Расчет ведется в двух направлениях от точки питания – слева и справа. Определяются расходы для всех участков кольца. При достижении расходами газа Q'_y отрицательных величин находится точное расположение точки схода потоков.

Далее рассчитываются поправки к расходу, и уточняется расход газа. Полученные расходы газа и соответствующее им давление являются определяющими.

Все расчеты распределения газового потока при нормальном гидравлическом режиме сводятся в табл.10.

Если в результате расчетов невязка:

$$\delta = \frac{\sum(p_n^2 - p_k^2)}{0,5|\sum(p_n^2 - p_k^2)|} 100\% \quad (6.18)$$

превышает 10% и одна из ветвей перегружена, вводится круговой коэффициент расхода (по часовой стрелке) и делается окончательный расчет:

$$\Delta Q_k = - \frac{\sum_i(p_{ni}^2 - p_{ki}^2)}{2 \sum_i \frac{(p_{ni}^2 - p_{ki}^2)}{Q_i}} \quad (6.19)$$

Проверяются диаметры ответвлений на расчетный аварийный гидравлический режим, т.е. определяется давление газа в узлах присоединения ответвлений к кольцевому газопроводу, находится потеря давления, исходя из расчетной нагрузки и принятого диаметра, и затем давление в конце ответвления. Если полученное давление меньше давления газа у потребителей, тогда принятый диаметр необходимо увеличивать, в противном случае оставлять прежним. Результаты проверки диаметров ответвлений на расчетный режим сводятся в табл.11.

⁸ Расчет ведется при 100 % обеспечении потребителей газом

Таблица 10

Показатели участка			Приближенный расчет			Итог				
№	$d \times s,$ мм	$l_y,$ м	$Q'_y,$ м ³ /ч Нулевое приближение	$\Delta p^2,$ кПа ²	$\frac{\Delta p^2}{Q_y}$	$Q_y = Q'_y + \Delta Q_k,$ м ³ /ч	$1,1\Delta p^2,$ кПа ²	$p_H,$ кПа	$p_K,$ кПа	$\Delta p,$ кПа
1			$Q_1 = \frac{Q'_p}{2}$	Прил. 10			Прил. 10			
2			$Q_2 = Q_1 - Q_{отв1}$							
3			$Q_3 = Q_2 - Q_{отв2}$							
...			...							
...			...							
...			...							
$N - 2$			$Q_{(N-2)} = Q_{(N-1)} - Q_{отв(N-2)}$							
$N - 1$			$Q_{(N-1)} = Q_N - Q_{отв(N-1)}$							
N			$Q_N = \frac{Q'_p}{2}$							

Таблица 11

№ отв	$Q_{отв},$ м ³ /ч	$l_{отв},$ м	$d_H \times s,$ мм	$1,1\Delta p^2 = 1,1(p_H^2 - p_K^2)_{отв},$ кПа ²	$p_H,$ кПа	$p_K,$ кПа	$\Delta p,$ кПа
				Прил. 10			

Глава 7. Газоснабжение жилого дома и расчет внутридомовых газопроводов

Проект газоснабжения жилого дома (общественного здания) представляет систему распределительных газопроводов от точки подключения к городской газовой сети низкого давления до газовых приборов, находящихся в квартирах потребителей газа. На планах этажей жилых зданий размещают газовые стояки и газопроводы. Вычерчивают аксонометрическую схему трубопроводов всего здания, начиная от ввода на территорию квартала до самого отдаленного газоиспользующего прибора. Диаметр газопровода определяется по диаметру входного патрубка в газоиспользующий прибор (плита, водонагреватель). Последующие диаметры участков газопровода устанавливаются расчетом. Прокладку стояков газопроводов в жилых домах осуществляется в соответствии с правилами безопасности.

Гидравлический расчет домовой сети выполняют в следующей последовательности:

- определяются расчетные расходы газа для всех участков выбранного маршрута от самого удаленного газового прибора до точки присоединения к распределительной сети города;

- задаются начальным диаметром газопровода по приемному патрубку газоиспользующего прибора;

- определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений для каждого и соответствующая им эквивалентная длина трубопровода (Приложение 11 и 12);

- суммарные потери давления газа в газопроводах-вводах и внутренних газопроводах 600Па.

При расчете потерь давления с учетом гидростатического необходимо учитывать, что вектор архимедовой силы, зависящей от гидростатического давления, направлен вверх.

Расчетные часовые расходы газа в газопроводах определяются как сумма номинальных расходов, с учетом коэффициентов неравномерности:

$$Q_p = \sum_1^n K_{\text{ч.ч.}}^{\text{max}} \frac{Q_{\text{норматив}}^{\text{год.кв.}}}{Q_{\text{н}}^{\text{г}} \cdot 8760} m_i N_i, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (7.1)$$

где m_i - число человек, проживающих в квартире типа i , $Q_{\text{н}}^{\text{г}}$ - низшая теплота сгорания газа, МДж/м³, $Q_{\text{норматив}}^{\text{год.кв.}}$ - тепло по нормативу, МДж/год (Приложение №1), N_i - число квартир в доме типа i , $K_{\text{ч.ч.}}^{\text{max}}$ - коэффициент часового максимума для квартир, использующих газ для приготовления пищи и горячей воды (Приложение 13).

Например: в доме однокомнатных квартир – 9 шт., двухкомнатных – 18 шт., трехкомнатных – 9 шт. В среднем, в каждой квартире проживает по 3 человека. Определим Q_p .

Решение: $K_{\text{ч.ч.}}^{\text{max}} = 9,47$; $Q_{\text{норматив}}^{\text{год.кв.}} = 10000 \text{ МДж/год}$, $Q_{\text{н}} = 34,6 \text{ МДж/м}^3$, 8760 – суток в году.

$$Q_p = \sum_1^n K_{\text{ч.ч.}}^{\text{max}} \frac{Q_{\text{норматив}}^{\text{год.кв.}}}{Q_{\text{н}}^p \cdot 8760} m_i N_i.$$

Рассмотрим одно-, двух-, трехкомнатные квартиры:

$$Q_{p1} = 9,47 \frac{10000}{34,6 \cdot 8760} 3 \cdot 9 = 8,44 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$Q_{p2} = 9,47 \frac{10000}{34,6 \cdot 8760} 3 \cdot 18 = 16,87 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$Q_{p3} = 9,47 \frac{10000}{34,6 \cdot 8760} 3 \cdot 9 = 8,44 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Суммарный расход газа на дом:

$$Q = Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3} = 8,44 + 16,87 + 8,44 = 33,75 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Проектную населенность квартиры устанавливают по ее площади и предполагаемым нормам заселения. Рассчитывают потери давления на участках с учетом дополнительного избыточного гидростатического давления:

$$\Delta p = (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}) g H, \text{ Па}, \quad (7.2)$$

где H - разность геометрических отметок конца и начала участка, g - ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$).

Суммарные потери в газопроводах домовой сети определяют с учетом потерь в трубах и арматуре прибора (до газовых горелок). Потери давления в арматуре газовых приборов составляют: в плитах 40...60 Па, в водонагревателях 80...100 Па. Полученные суммарные потери сравнивают с заданным перепадом давления 600 Па, если они не совпадают, то производят перерасчет.

Результаты гидравлического расчета внутридомового газопровода сводятся в табл. 12.

Таблица 12

№ участка	Расчетный расход газа, м ³ /ч	Диаметр условного прохода газопровода, мм	Длина участка, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Эквивалентная длина при $\zeta = 1$, м	Эквивалентная длина местных сопротивлений, м	Расчетная длина уч.	Удельные потери давления, Па/м	Потери давления на участке, м	Разность геометрических отметок участка Н, м	Гидростатическое давление, Па	Потери давления с учетом гидростатического давления, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	(7.1)	задаем диаметрами	по чертежу	Прил.11	Прил.12	п5×п6	п4+п7	Прил.9	п8×п9	по чертежу	(7.2)	п10—п12

Нормы расхода газа на коммунально-бытовые нужды
(СП 42-101-2003)

Потребители газа	Показатель потреб- ления газа	Нормы рас- хода теплоты, <u>МДж</u> год (тыс.ккал/год)
1. Жилые дома		
При наличии в квартире газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения при газоснабжении: $z_1, q_{к1}$		
природным газом	На 1 чел. в год	4100 (970)
СУГ	То же	3850 (920)
При наличии в квартире газовой плиты и газового водонагревателя (при отсутствии централизованного горячего водоснабжения) при газоснабжении: $z_2, q_{к2}$		
природным газом	«	10000 (2400)
СУГ	«	9400 (2250)
При наличии в квартире газовой плиты и отсутствии централизованного горячего водоснабжения и газового водонагревателя при газоснабжении: $z_3, q_{к3}$		
природным газом	«	6000 (1430)
СУГ	«	5800 (1380)
2. Предприятия бытового обслуживания населения		
Фабрики-прачечные:		
на стирку белья в механизированных прачечных	На 1 т сухого белья	8800 (2100)
на стирку белья в немеханизированных прачечных с сушильными шкафами	То же	12 600 (3000)
на стирку белья в механизированных прачечных, включая сушку и глажение	«	18 800 (4500)
Дезкамеры:		
на дезинфекцию белья в паровых камерах	«	2240 (535)
на дезинфекцию белья и одежды в горячевоздушных камерах	«	1260 (300)
Бани:		
мытьё без ванн	На 1 помывку	40 (9,5)
мытьё в ваннах	То же	50 (12)
3. Предприятия общественного питания		
Столовые, рестораны, кафе:		
на приготовление обедов (вне зависимости от пропускной способности предприятия)	На 1 обед	4,2 (1)
на приготовление завтраков или ужинов	На 1 завтрак или ужин	2,1 (0,5)
4. Учреждения здравоохранения		
Больницы, родильные дома:		
на приготовление пищи	На 1 койку в год	3200 (760)
на приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд и лечебных процедур (без стирки белья)	То же	9200 (2200)

Нормы расхода газа на коммунально-бытовые нужды
(СП 42-101-2003)

Потребители газа	Показатель потребления газа	Нормы расхода теплоты, МДж год (тыс.ккал/год)
5. Предприятия по производству хлеба и кондитерских изделий		
Хлебозаводы, комбинаты, пекарни:		
на выпечку хлеба формового	На 1 т изделий	2500 (600)
на выпечку хлеба подового, батонов, булок, сдобы	То же	5450 (1300)
на выпечку кондитерских изделий (тортов, пирожных, печенья, пряников и т.п.)	«	7750 (1850)
П р и м е ч а н и я .		
1. Нормы расхода теплоты на жилые дома, приведенные в таблице, учитывают расход теплоты на стирку белья в домашних условиях.		
2. При применении газа для лабораторных нужд школ, вузов, техникумов и других специальных учебных заведений норму расхода теплоты следует принимать в размере 50 МДж (12 тыс. ккал) в год на одного учащегося.		

Приложение 2

Коэффициент перехода от годового расхода к максимальному часовому по различным отраслям промышленности (СП 42-101-2003)

	Отрасль промышленности	В целом по отрасли	В котельных	В промышленных печах
1	Тяжелое машиностроение (мартеновские печи)	6100	5200	7500
2	Резинотехническая	5200	5200	-
3	Химическая	5900	5600	7300
4	Строительных материалов	5900	5500	6200
5	Радиотехническая	3600	3300	5500
6	Электротехническая	3800	3600	5500
7	Цветная металлургия	3800	3100	5400
8	Станкостроение	2700	2900	2600
9	Машино- и приборостроение	2700	2600	3200
10	Текстильная	4500	4500	-
11	Бумажная	6100	6100	-
12	Деревообрабатывающая	5400	5400	-
13	Пищевая	5700	5900	4500
14	Пивоваренная	5400	5200	6900
15	Вино-водочная	5700	5700	-
16	Мыловаренная	6000	6000	2700
17	Обувная	3500	3500	-
18	Фарфоровая	5200	3900	6500
19	Кожевенная	4800	4800	-
20	Полиграфическая	4000	3900	4200
21	Швейная	4900	4900	-
22	Мукомольная	3500	3600	3200
23	Табачная	3850	3850	3200
24	Хлебопекарная	6000	-	-
	В среднем по городу	5100	4450	6300

Приложение 3

Коэффициент перехода от годового расхода к максимальному часовому
(СП 42-101-2003)

Индивидуально - коммунально- и культурно-бытовые нужды*	
Число жителей, снабжаемых газом, тыс. чел.	коэффициент перехода m (без учета отопления)
1	1800
2	2000
3	2050
5	2100
10	2200
20	2300
30	2400
40	2500
50	2600
100	2800
300	3000
500	3300
750	3500
1000	3700
2000 и более	4700
Коммунально-бытовые предприятия**	
Предприятия	коэффициент перехода m (с учетом отопления)
Бани	1600-2300
Прачечные	2300-3000
Больницы	2500-3000
Гостиницы	1800-2200
Комбинаты общественного питания	1800-2200
Примечание:	
* - без учета коммунально-бытовых предприятий	
** - для бань, прачечных учтены расходы газа на отопление и вентиляцию	

Расход газа по месяцам года, % от годового потребления ($Q_{\text{год}}$)

Категория потребителей	Месяц												Σ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Квартиры	10,3	9,6	10	9,3	8,6	7,0	6,0	5,2	7,0	8,7	9,4	9,9	100%
Коммунально-бытовые предприятия	10,6	9,6	9,8	9,2	9,0	7,8	4,6	4,8	7,9	8,8	8,9	9,8	100%
Столовые и рестораны	9,5	8,6	9,6	8,6	8,2	7,7	6,8	6,8	7,7	8,5	8,6	9,5	100%
Хлебозаводы и пекарни	10,2	8,7	9,8	8,7	7,6	7,2	6,4	6,6	7,1	8,5	8,8	10,4	100%
Бани	11,5	10,4	10,0	9,2	6,6	6,1	5,4	4,9	6,1	8,2	9,6	12	100%
Прачечные	9,4	8,8	8,9	8,5	7,4	8,0	7,5	7,5	8,3	8,5	8,2	9,3	100%
Отопление, вентиляция и горячее водоснабжение	19,3	16,9	16,1	9,1	0,8	-	-	-	-	6	13,7	17,6	100%
Промышленные предприятия	9,7	9,0	9,4	8,5	7,4	6,8	6,9	7,3	7,6	8,8	8,9	9,7	100%
Предприятия по производству строительных материалов	8,7	8,6	9,0	8,2	7,8	7,7	7,7	7,6	7,8	8,7	8,9	9,3	100%
Деревообрабатывающая промышленность	10,9	10,1	9,9	8,4	6,6	5,2	6,2	7,3	7,3	8,9	9,0	10,1	100%
Металлообрабатывающая промышленность	9,4	8,3	9,3	8,8	7,8	7,5	6,9	7,1	7,8	8,7	8,7	9,7	100%

Приложение 5

Усредненные климатические данные по основным экономическим районам
(СНиП 23.01-99 Строительная климатология)

Экономическая зона (регион)	Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки, С	Средняя температура отопительного периода, С	Продолжительность отопительного периода, сут.	Расчет. температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, С	Коэффициент снижения расхода тепла на отопление ночью при понижении внутренней температуры жилого помещения	Коэффициент увеличения расхода тепла на отопление ночью при повышении внутренней температуры жилого помещения
Северо-Западный	-27,0	-3,7	243	-16	0,79	-
Центральный	-26,1	-3,7	214	-15	0,79	-
Волго-Вятский	-28,8	-5,0	219	-17	0,80	-
Центральный Черноземный	-25,2	-3,4	199	-13	0,79	-
Поволжский	-29,0	-5,4	207	-18	0,81	-
Северо – Кавказский	-16,9	-1,4	161	-6	0,77	-
Уральский	-32,7	-7,0	228	-21	0,82	-
Западно – Сибирский	-38,3	-8,9	238	-23	0,83	-
Восточно – Сибирский	-43,4	-12,5	262	-35	0,86	-
Дальневосточный	-30,0	-8,2	238	-22	0,83	-
Донецко-Приднепровский	-21,8	-1,5	182	-10	0,77	-
Юго-западный	-19,6	-0,7	186	-9	0,76	-
Южный	-15,0	1,1	157	-7	0,73	1,12
Прибалтийский	-20,0	-0,4	207	-8,5	0,76	-
Закавказский	-7,1	2,4	106	-3	0,71	1,26
Среднеазиатский	-15,1	2,1	142	-7	0,72	1,25
Казахстанский	-30,0	-6,0	198	-19	0,81	-
Белорусский	-20,0	-1,3	180	-9	0,77	-
Молдавский	-16,7	0,2	371	-8	0,72	1,11

Характеристики природных газов некоторых месторождений

№ вар	Место-рождение (газопровод)	Состав газа, %						
		CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и выше	N_2	CO_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Чисто газовые месторождения								
1	Северо-Ставропольское	98,90	0,29	0,16	0,05	–	0,4	0,2
2	Уренгойское-1	98,84	0,1	0,03	0,02	0,01	0,7	0,3
3	Шатлыкское	95,58	1,99	0,35	0,1	0,05	0,78	1,15
4	Медвежье	98,78	0,1	0,02	–	–	1,0	0,1
5	Заполярье	98,60	0,07	0,02	0,02	0,01	1,1	0,18
6	Бухарское	94,9	3,2	0,4	0,1	0,1	0,9	0,4
7	Елшанское	93,2	0,7	0,6	0,6	0	4,9	0
8	Саушинское	96,1	0,7	0,1	0,1	0	2,8	0,2
9	В Республике Коми (Игрим – Нижний Тагил)	95,9	1,9	0,6	0,3	0,1	1,3	0
10	Карадагское	93,9	3,1	1,1	0,3	0,1	1,3	0,2
11	Среднеазиатское	93,8	3,6	0,7	0,2	0,5	0,7	0,5

Характеристики природных газов некоторых месторождений

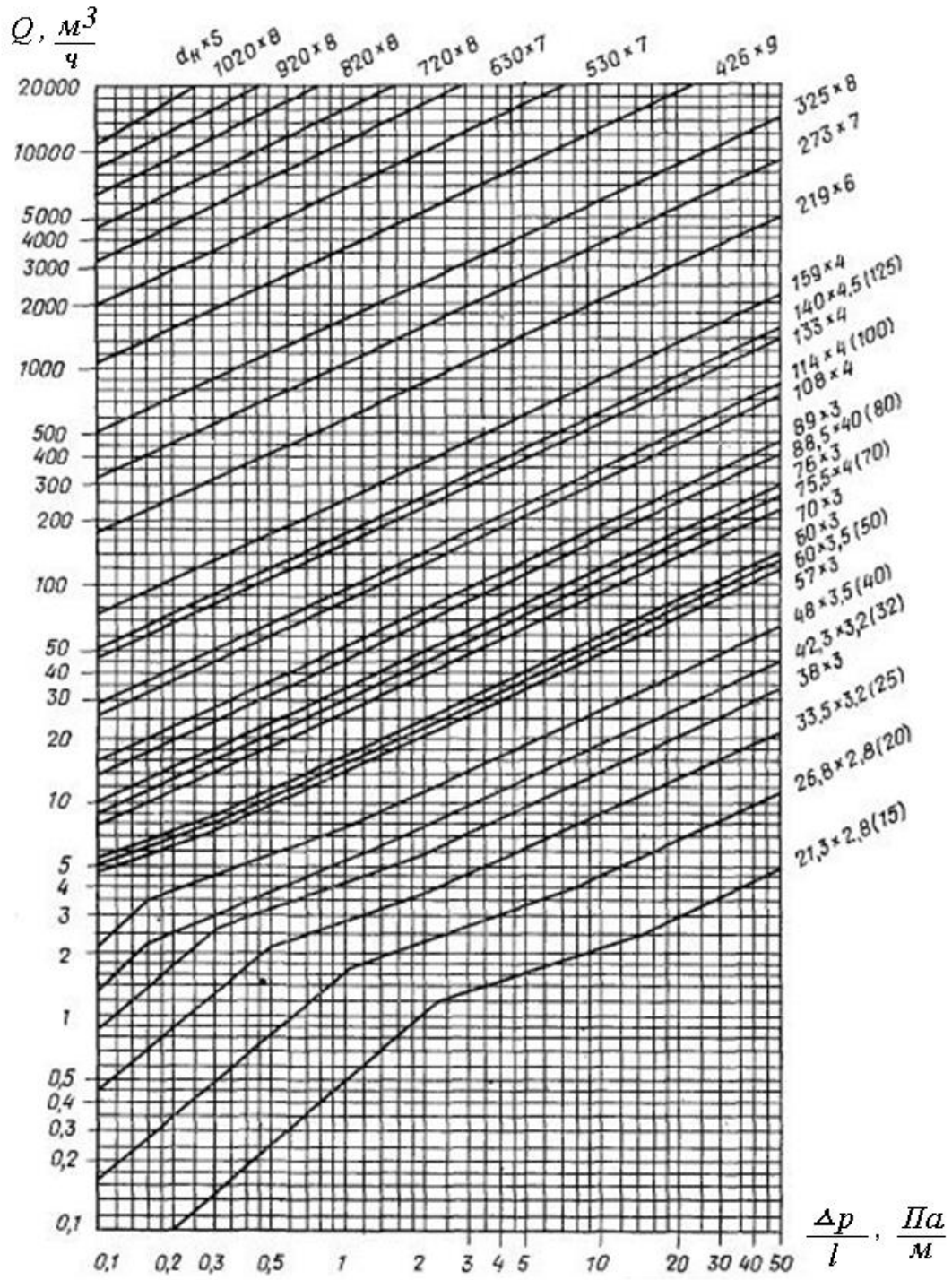
№ вар	Место-рождение (газопровод)	Состав газа, %						
		CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и выше	N_2	CO_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Газоконденсатные месторождения								
Содержание метана в газах газоконденсатных месторождений колеблется от 75–95 %								
12	Коробковское	81,5	8,0	4,0	2,3	0,5	3,2	0,5
13	Вуктыльское	74,8	8,7	3,9	1,8	6,4	4,3	0,1
14	Оренбургское	84,0	5,00	1,60	0,70	1,80	3,5	0,5
15	Ямбургское	89,67	4,39	1,64	0,74	2,36	0,26	0,94
16	Уренгойское-2	88,28	5,29	2,42	1,00	2,52	0,48	0,01
3. Газы, добываемые вместе с нефтью (попутный газ) представляют собой смесь метана, этана, пропан-бутановой фракции (сжиженного газа) и газового бензина. Содержание метана изменяется от 35–85 %. Содержание тяжёлых углеводородов (C_2 и выше) в попутном газе варьируется в диапазоне 20–40 %, реже доходит до 60 %								
17	Бавлинское	35,0	20,7	19,9	9,8	5,8	8,4	0,4
18	Ромашкинское	3838	19,1	17,8	8,0	6,8	8,0	1,5
19	Самотлорское	53,4	7,2	15,1	8,3	6,3	9,6	0,1
20	Узеньское	50,2	20,2	16,8	7,7	3,0	2,3	–
21	Трехозерное	48,0	12,2	24,0	11,1	2,6	2,1	–

Приложение 7

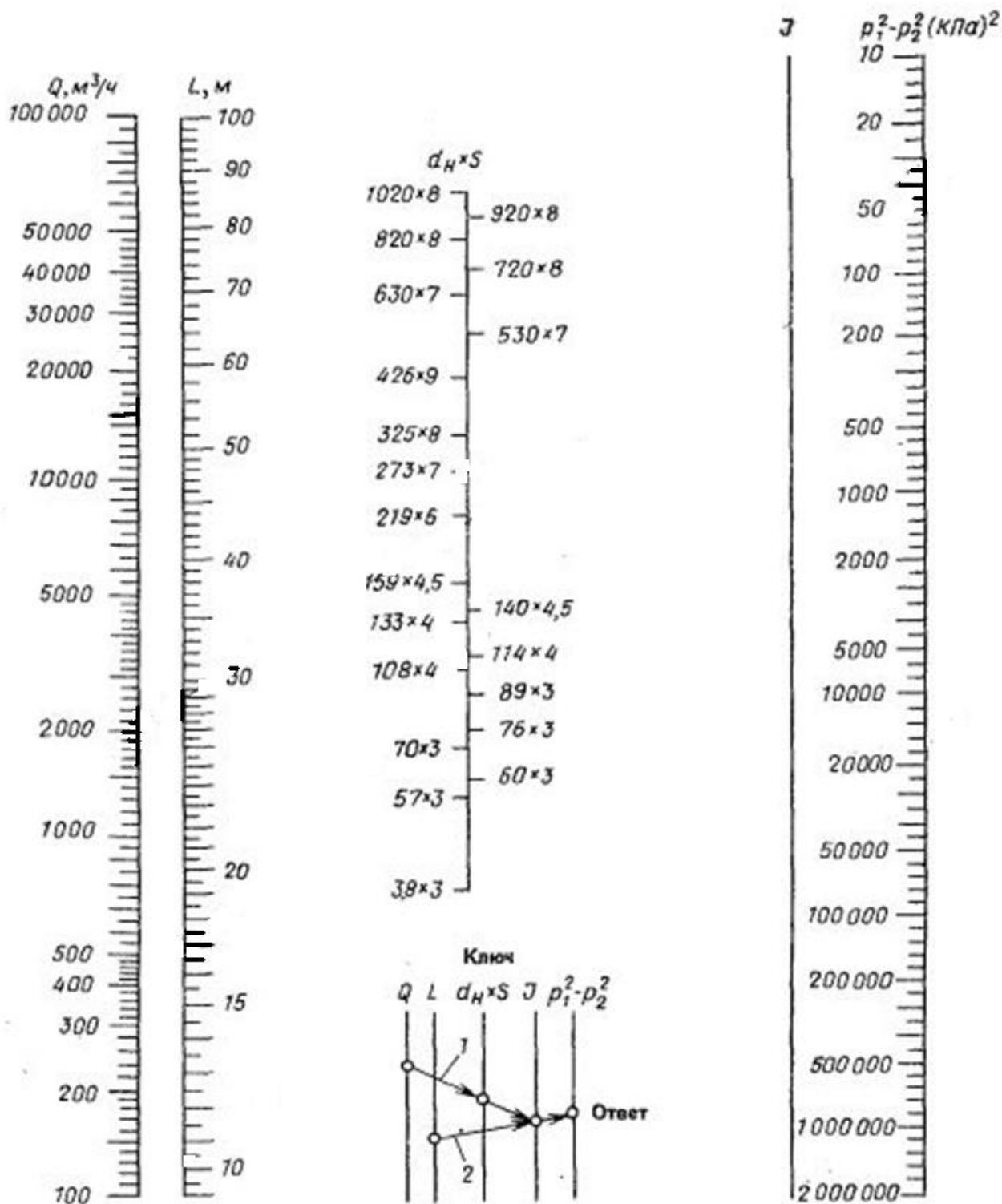
Показатель	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, С				
	+0	-10	-20	-30	-40
Укрупненный показатель, q , МДж/(ч · м ²)	0,335	0,461	0,544	0,628	0,670

Приложение 8

Показатель	Средние за отопительные периоды нормы расхода воды на горячее водоснабжение на одного человека в сутки, л/сут					
	80	90	100	110	120	130
Укрупненный показатель, $q_{ГВ}$, МДж/(ч · чел)	1,050	1,150	1,260	1,360	1,460	1,570



Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления (природный газ)



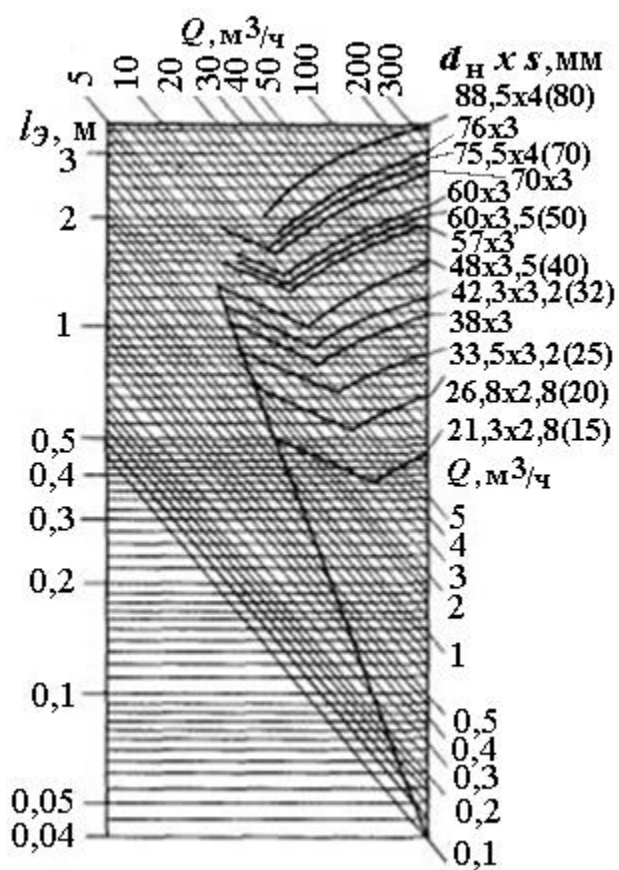
Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (природный газ)

Коэффициент местных сопротивлений ξ

Вид местного сопротивления	Значение ξ	Вид местного сопротивления	Значение ξ для диаметров, мм					
			15	20	25	32	40	50 и более
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр по ГОСТу	0,35*	Угольник 90°	2,2	2,1	0	1,8	1,6	1,1
Тройник проходной	1**	Пробочный кран	4	2	2	2	2	2
Тройник поворотный (ответвление)	1,5**	Вентиль прямой	11	7	6	6	6	5
Крестовина проходная	2**	Вентиль «косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Крестовина поворотная	3**	-	-	-	-	-	-	-
Отвод гнутый 90°	0,3	Задвижка	0,5 (D = 50 ... 100)		0,25 (D = 175 ... 200)		0,15 (D = 300 и более)	

* - отнесен к участку с меньшим диаметром

** - отнесен к участку с меньшим расходом газа



Номограмма для определения эквивалентных длин (природный газ)

Приложение 13

Расчетные значения $K_{\text{ч.ч.}}^{\text{max}}$ для квартир, использующих газ для приготовления пищи и горячей воды

Число квартир	Число проживающих в квартире человек				
	2 и менее	3	4	5	6 и более
1	59,934	39,978	29,989	23,982	19,983
2	32,629	23,809	18,460	15,473	13,195
3	22,388	16,932	13,995	12,483	11,224
4	19,870	14,900	12,879	11,729	10,266
5	18,549	14,310	11,981	10,644	9,713
6	17,708	13,586	11,538	10,181	9,389
7	17,025	12,812	10,852	9,635	9,170
8	16,308	12,249	10,510	9,295	8,760
9	15,511	11,981	10,231	8,988	8,486
10	15,282	11,608	10,051	8,870	8,349
15	13,726	10,458	9,126	8,114	7,336
20	13,191	10,030	8,707	7,720	6,926
30	11,903	9,470	8,062	7,063	6,378
40	11,220	8,907	7,503	6,636	6,060
50	10,572	8,346	7,080	6,242	5,784
60	10,113	7,918	6,761	6,012	5,584
70	9,694	7,570	6,340	5,749	5,393
80	9,429	7,114	6,079	5,552	5,228
90	8,896	6,820	5,899	5,420	5,092
100	8,553	6,606	5,757	5,289	5,009
400	6,462	5,134	4,574	4,270	4,106

Приложение 14

Пределы воспламенения газозвудушных смесей в зависимости от концентрации в них горючего, в % по объему

Газ	Пределы воспламенения	
	нижний	верхний
Водород (H_2)	4	74,2
Диоксид углерода	12,5	74,2
Метан (CH_4)	5	15
Этан (C_2H_6)	3,22	12,45
Пропан (C_3H_8)	2,37	9,5
Бутан (C_4H_{10})	1,86	8,41
Этилен (C_2H_4)	2,75	28,6
Ацетилен (C_2H_2)	2,5	80
Сероводород (H_2S)	4,3	45,5

Энтальпия воздуха, горючих газов и продуктов сгорания, кДж/м³
(при давлении 1 атм.) [1]

t, °C	Воздух сухой	Воздух влажный	Коксовый газ	Доменный газ	Генераторный газ из торфа	Генераторный газ из антрацита	Продукты сгорания при $\alpha=1,2$	
							Генераторного газа	Природного газа
100	129,8	130,2	141,5	134,8	134,8	133,1	138,2	136,5
200	261,3	262,1	291,0	272,6	273,4	268,0	280,1	275,5
300	394,8	397,3	448,8	412,8	415,3	405,3	425,8	417,4
400	531,3	535,9	615,1	557,3	560,6	545,6	574,5	564,0
500	671,2	671,8	788,8	705,1	709,7	689,6	729,4	713,5
600	814,4	816,5	979,8	858,3	865,0	837,8	887,2	866,3
700	959,2	963,0	1157,7	1009,1	1015,3	983,9	1043,8	1025,0
800	1106,6	1110,0	1354,1	1170,7	1180,3	1140,1	1213,8	1185,3
900	1258,2	1262,4	1554,2	1333,1	1347,8	1296,7	1382,5	1341,5
1000	1407,7	1416,5	1757,7	1493,5	1509,8	1455,0	1554,2	1516,9
1100	1562,2	1568,0	-	-	1678,1	1614,1	1725,5	1684,4
1200	1718,3	1728,4	-	-	1848,6	1777,8	1903,0	1855,3
1300	1875,8	1882,5	-	-	-	-	2079,7	2029,4
1400	2031,9	2041,2	-	-	-	-	2259,7	2200,7
1500	2189,8	2200,3	-	-	-	-	2439,3	2380,3
1600	2342,2	2363,6	-	-	-	-	2621,5	2560,8
1700	2512,2	2535,1	-	-	-	-	2799,0	2736,2
1800	2675,1	2689,7	-	-	-	-	2986,2	2916,7
1900	2833,8	2849,2	-	-	-	-	3170,0	3096,7
2000	3000,0	3010,9	-	-	-	-	3356,7	3285,5

Средние теплоемкости газов c_i
при разных температурах, кДж/м³·град [1]

$t, ^\circ\text{C}$	CO_2	SO_2	H_2S	H_2O	H_2	CO	N_2	O_2	CH_4	C_2H_4	су- хой воз- дух
0	1,600	1,733	1,507	1,494	1,277	1,299	1,295	1,306	1,550	1,827	1,297
100	1,700	1,813	1,532	1,505	1,291	1,302	1,296	1,318	1,642	2,062	1,300
200	1,787	1,888	1,562	1,522	1,297	1,307	1,300	1,335	1,759	2,283	1,308
300	1,863	1,955	1,595	1,542	1,299	1,317	1,307	1,356	1,886	2,495	1,318
400	1,930	2,018	1,633	1,565	1,302	1,329	1,316	1,377	2,016	2,686	1,329
500	2,989	2,068	1,671	1,590	1,305	1,343	1,328	1,398	2,140	2,863	1,343
600	2,041	2,114	1,708	1,615	1,308	1,357	1,340	1,417	2,261	3,026	1,357
700	2,088	2,152	1,746	1,641	1,312	1,372	1,354	1,434	2,377	3,170	1,371
800	2,131	2,181	1,784	1,668	1,317	1,386	1,367	1,450	2,494	3,308	1,385
900	2,169	2,215	1,817	1,696	1,323	1,399	1,380	1,465	2,603	3,432	1,398
1000	2,204	2,236	1,851	1,723	1,329	1,413	1,392	1,478	2,699	3,547	1,410
1100	2,235	2,261	1,884	1,750	1,336	1,425	1,403	1,489	2,786	3,666	1,422
1200	2,264	2,278	1,909	1,777	1,343	1,436	1,414	1,501	2,863	3,753	1,433
1300	2,290	-	-	1,803	1,351	1,447	1,425	1,511	-	-	1,444
1400	2,314	-	-	1,828	1,359	1,457	1,435	1,520	-	-	1,454
1500	2,336	-	-	1,853	1,367	1,466	1,444	1,529	-	-	1,463
1600	2,356	-	-	1,876	1,375	1,475	1,453	1,538	-	-	1,472
1700	2,374	-	-	1,900	1,383	1,483	1,461	1,546	-	-	1,480
1800	2,392	-	-	1,921	1,392	1,490	1,469	1,554	-	-	1,487
1900	2,407	-	-	1,942	1,399	1,497	1,476	1,562	-	-	1,495
2000	2,422	-	-	1,963	1,408	1,504	1,483	1,569	-	-	1,501
2100	2,436	-	-	1,982	1,415	1,510	1,489	1,576	-	-	1,508
2200	2,449	-	-	2,001	1,423	1,516	1,495	1,583	-	-	1,514
2300	2,460	-	-	2,019	1,430	1,522	1,501	1,590	-	-	1,520
2400	2,471	-	-	2,037	1,437	1,527	1,506	1,596	-	-	1,526
2500	2,481	-	-	2,053	1,445	1,532	1,511	1,603	-	-	1,531

Средние теплоемкости c_k некоторых материалов, кДж/кг · град [1]

$t, ^\circ\text{C}$	CaCO_3	MgCO_3	Fe_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	AS_2H_2	C_3S	клин-кер
100	0,875	0,860	-	0,800	0,787	0,913	1,088	-	0,787
200	0,980	0,955	0,753	0,867	0,795	0,985	1,105	-	0,830
300	1,020	0,985	0,775	0,921	0,842	1,025	1,120	0,867	0,867
400	1,037	1,005	0,795	0,971	0,855	1,045	1,160	0,892	0,892
500	1,050	1,063	0,821	1,030	0,862	1,070	1,170	0,905	0,918
600	1,080	-	0,850	1,070	0,867	1,096	-	0,913	0,939
700	1,096	-	0,880	1,083	0,880	1,118	-	0,950	0,955
800	1,105	-	0,896	1,090	0,884	1,133	-	0,968	0,968
900	1,112	1,278	0,913	1,100	0,892	1,148	-	0,980	0,980
1000	-	-	0,925	1,110	0,896	1,160	-	0,997	0,997
1100	-	-	0,950	1,112	0,900	1,170	-	1,010	1,010
1200	-	-	0,964	1,117	0,905	1,188	-	1,013	1,013
1300	-	-	0,980	1,130	0,910	1,197	-	1,020	1,060
1400	-	-	0,997	1,133	0,913	1,205	-	1,030	1,090
1500	-	-	-	1,138	0,918	1,213	-	1,037	1,120

Средние теплоемкости c_k огнеупорных материалов, кДж/кг · град [1]

$t, ^\circ\text{C}$	Шамот	Динас	Магнезит	Хромомагнезит	Высокоглиноземни- стые огнеупоры
100	0,837	0,780	0,964	0,750	0,860
200	0,871	0,845	1,045	0,791	0,939
300	0,905	0,905	1,110	0,830	1,000
400	0,935	0,955	1,125	0,867	1,037
500	0,964	0,997	1,138	0,905	1,073
600	0,997	1,030	1,150	0,946	1,090
700	1,030	1,060	1,162	0,985	1,110
800	1,060	1,080	1,180	1,020	1,130
900	1,090	1,096	1,192	1,062	1,146
1000	1,122	1,112	1,205	1,100	1,162
1100	1,155	1,120	1,220	1,138	1,182
1200	1,182	1,130	1,233	1,180	1,200
1300	1,218	1,133	1,248	1,218	1,220
1400	1,248	1,138	1,265	1,255	1,240
1500	-	1,141	1,278	1,292	1,255
1600	-	1,148	1,292	1,335	1,278
1700	-	-	1,306	1,372	1,292

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

«Газоснабжение объектов селитебных и промышленных территорий»

Студенту группы _____

1. Исходные данные для проектирования

1.1. Генплан _____

1.2. План этажа жилого здания _____

1.3. Регион _____

1.4. Наименование газового месторождения _____

1.5. Плотность населения, ρ_n , чел/га _____

1.6. Доля людей, проживающих в квартирах

- с централизованным горячим водоснабжением, z_1 _____

- с горячим водоснабжением от газовых водонагревателей, z_2 _____

- без горячего водоснабжения, z_3 _____

1.7. Доля людей, пользующихся услугами бани, z_B _____

1.8. Доля людей, пользующихся услугами столовых (ресторанов), z_{OP} _____

1.9. Число койко-мест на 1000 жителей в больницах: n , шт. _____

1.10. Доля людей, пользующихся услугами механических прачечных, z_P _____

1.11. Норматив выпечки хлебобулочной продукции на 1000 жителей в сутки, K_B _____

1.12. Расход газа на промышленные предприятия населенного пункта, $Q_{ПП}$, тыс. $m^3/сут$

- ПП№1 (Наименование, расход газа тыс. $m^3/сут$) _____

- ПП№2 (Наименование, расход газа тыс. $m^3/сут$) _____

- ПП№3 (Наименование, расход газа тыс. $m^3/сут$) _____

1.13. Давление газа

- после ГРС, $p_n = 0,7 МПа$

- у потребителей, p_k , МПа _____

- после ГРП, $p_{нач} = 0,3 кПа$

- номинальное перед бытовыми газовыми приборами, $p_{кон}$, кПа _____

1.14. Жилое здание _____

- этажей _____

- конфорок у плиты _____

- тип водонагревателя _____

2. Содержание расчетно-пояснительной записки и графической части курсового проекта

2.1. Характеристика и свойства газа газового месторождения

2.2. Расчет численности населения газифицируемой территории.

2.3. Определение расхода газа на потребительские нужды.

2.4. Построение графиков суточного и годового потребления газа.

2.5. Трассировка газовых сетей и гидравлический расчет трасс газопроводов низкого и высокого (среднего) давления.

2.6. Гидравлический расчет внутридомового газопровода.

2.7. Графическая часть курсового проекта включает в себя:

2.7.1. Построение розы ветров.

2.7.2. Генплан с трассировкой газовых сетей.

2.7.3 Расчетные схемы газовых сетей низкого и высокого давления для различных режимов распределения потока газа, монтажные схемы и профили газовых сетей.

2.7.4. План этажа жилого здания с нанесением газовой сети.

2.7.5. Аксонометрическая схема газопровода жилого здания с указанием монтажных узлов.

№ п/п	Данные	Варианты ⁹									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Плотность населения, чел/га	420	250	280	300	320	350	380	400	320	410
2	z_1	0,4	0,3	0,35	0,35	0,3	0,4	0,35	0,4	0,2	0,25
3	z_2	0,3	0,35	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,45	0,35
4	z_3	$= 1 - (z_1 + z_2)$									
5	z_B	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
6	$z_{0П}$	0,3	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,27	0,25	0,26	0,3
7	n , шт.	8	7	7	6	8	7	6	7	7	8
8	$z_{П}$	0,3	0,35	0,6	0,55	0,5	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
9	K_B	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6
Наименование промышленного предприятия (Приложение 2)											
10	ПП№1	1	4	7	10	13	16	19	22	1	4
11	ПП№2	2	5	8	11	14	17	20	23	10	16
12	ПП№3	3	6	9	12	15	18	21	24	19	22
Расход газа, тыс. м ³ /сут											
13	ПП№1	10	7	6	9	7	12	14	15	13	10
14	ПП№2	8	9	8	9	9	6	8	7	11	7
15	ПП№3	6	10	9	6	11	5	4	5	6	11
Давление газа											
17	у потребителей, МПа	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,4
18	номинальное перед бытовыми приборами, кПа	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9	1,8	2,0
Жилое здание											
19	Этажей	3	4	5	7	5	7	7	9	5	7
20	Конфорок плиты	4									
21	Тип водонагревателя	Проточный									
Месторождение											
22	Характеристики	Ближайшее к населенному пункту									

⁹ Пример: № зачетки – 0704144. Последние 3 цифры зачетки – 044. Выбираем данные по плотности населения для цифр 1 4 4, суммируем и находим среднее значение, $(420 + 320 + 320)/3 = 353$. Аналогично находим исходные данные для пунктов п. 2, 3, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 18. Остальные пункты по последней цифре зачетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Ионин, В.А. Жила. Газоснабжение. – М.: ИЦ «Академия», 2011-472с.
2. Стаскевич Н.П., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л.: Недра, 1990 – 762 с.
3. Стаскевич Н.П., Вигдорчик Д.Я. Справочник по углеводородным газам. Л.: Недра, 1986 – 542 с.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2)
5. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
6. СП42-102-2004 Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб
7. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
8. ПБ-12-529-03 Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления
9. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы
10. П.Л. Левченко. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. М: Альянс, 2007. – 368с.

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СЕЛИТЕБНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Учебно-методическое пособие
к курсовой и расчетно-графическим работам
для студентов профиля подготовки: «Теплогазоснабжение
и вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий сооружений
и населенных пунктов»

Составители: Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х.

Редактор

Издательство
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Заказ №

Тираж

Печать ризографическая

Бумага офсетная №1

Формат 60x84/16

Усл.печ.л.

Уч.-изд.л.

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КГАСУ.

420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1