

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технических системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технических систем»
«20» января 2023 г., протокол №5

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы
по дисциплине (модулю)
«Инженерные сети населенных мест»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с направленностью (профилем)
«Городское строительство и хозяйство»

Форма (ы) обучения: *очная, очно-заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-03-23

Тула 2023 год

Разработчик методических указаний

Вялкова Н.С. доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ГРП ДЛЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Определение правильного количества ГРП и их рациональное размещение на жилой территории города, района города, сельского населенного пункта имеет большое значение. От этого зависят как экономичность системы газоснабжения, так и надежность ее работы, а, самое главное гарантированная подача газа потребителям с требуемыми параметрами (давлением). Кроме того, неправильное определение количества ГРП приводит к неоправданному удорожанию сети (либо за счет увеличения количества ГРП и снижения диаметров трубопроводов, либо наоборот - за счет снижения количества ГРП и увеличению диаметров трубопроводов). И в первом, и во втором случае снижаются надежность системы (в первом случае из-за большей вероятности выхода из строя оборудования ГРП, во втором - из-за большей тяжести последствий аварий).

1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГРП

Количество ГРП, питающих кольцевую сеть низкого давления, определяется на основании их оптимального радиуса действия $R_{\text{опт}}$.

Радиусом действия ГРП называется среднее расстояние по прямой от ГРП до точек встречи потоков газа на границе раздела сфер влияния ГРП.

В расчетах следует определять такое значение $R_{\text{опт}}$, а следовательно, и количество ГРП, при котором приведенные годовые затраты на систему газоснабжения будут минимальными, а надежность - максимальной. Оптимальный радиус действия ГРП ($R_{\text{опт}}$) определяют по следующей формуле

$$R_{\text{опт}} = 6,5 * \frac{\Pi^{0,388} * \Delta P^{0,081}}{f^{0,245} * (a * e)^{0,143}} \quad (1.1)$$

где Π — стоимость одного ГРП, руб; ΔP - перепад давления в сети, Па; f — коэффициент плотности сети, 1/м; a – плотность населения, чел/га; e - удельный расход газа, м³/чел.

Стоимость одного ГРП зависит от типа принятых к установке ГРП. Величина перепада давления в сети определяется следующим образом. Если в городе, районе города, сельском населенном пункте между уличными распределительными газопроводами и внутридомовыми газопроводами имеется внутридворовая разводка, то величина ΔP составляет 1200 Па. В противном случае - при многоэтажной застройке $\Delta P = 1550$ Па, а при одноэтажной застройке $\Delta P = 1450$ Па.

Величина коэффициента плотности сети определяется по формуле

$$f = 0.0075 + 0.003 * \frac{a}{100} \quad (1.2)$$

Если этажность застройки во всем населенном пункте постоянна, то величина a принимается по величине плотности населения в любом квартале. В противном случае величина a , должна рассчитываться по формуле

$$a_{cp} = \frac{\sum (a_i * F_i)}{\sum F_i} \quad (1.3)$$

где F_i , - площадь i -го квартала, га; a_i , - плотность населения в i – ом квартале, чел/га.

Для кварталов с одноэтажной застройкой плотность населения определяется по формуле

$$a_{i1} = \frac{N_{i1}}{F_{i1}} \quad (1.4)$$

где a_{i1} , - плотность населения в i - ом квартале одноэтажной застройки, чел/га; N_{i1} — число жителей, проживающих в i - ом квартале одноэтажной застройки, чел; F_{i1} - площадь i -го квартала одноэтажной застройки, га.

Удельный расход газа определяется по формуле

$$e = \frac{\sum V}{N} \quad (1.5)$$

где $\sum V$ - расход газа приходящийся на сеть низкого давления, м³/ч; N - число жителей в районе города.

Следует учитывать, что в эту величину входит как равномерно распределенная, так и сосредоточенная нагрузки.

После определения оптимального радиуса действия ГРП определяется величина оптимальной пропускной способности газорегуляторного пункта по формуле

$$V_{опт} = \frac{a * e * R_{оп}^2}{5000} \quad (1.6)$$

И на последнем этапе определяется оптимальное количество ГРП

$$m_{опт} = \frac{\sum V}{V_{опт}} \quad (1.7)$$

2. ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ

Газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ) предназначены для снижения давления газа, поступающего к потребителю, до необходимого, и автоматического поддержания его постоянным независимо от расхода газа и колебания его давления до ГРП (ГРУ). Кроме того, на ГРП (ГРУ) осуществляют очистку газа от механических примесей, контроль за входным и выходным давлением и температурой газа, учет расхода (в случае отсутствия специального пункта измерения расхода газа), предохранение от возможного повышения или понижения давления газа в контролируемой точке сверх допустимых пределов.

В зависимости от входного давления различают ГРП и ГРУ среднего (до 0,3 МПа) и высокого давления (от 0,3 до 1,2 МПа). По назначению ГРП могут быть общегородскими, районными, квартальными.

В соответствии с назначением в состав ГРП и ГРУ входят следующие элементы:

- 1) регулятор давления (РД), понижающий давление газа и поддерживающий его на заданном уровне независимо от расхода газа и изменения входного давления;
- 2) предохранительное запорное устройство (ПЗУ), прекращающее подачу газа при повышении или понижении его давления после регулятора сверх заданного;
- 3) предохранительное сбросное устройство (ПСУ), сбрасывающее излишки газа из газопровода после регулятора, чтобы давление не превысило заданного значения;
- 4) фильтр для очистки газа от механических примесей;
- 5) контрольно-измерительные приборы (КИП) для измерения давления (манометры), перепада давления на фильтре (дифманометры), учета расхода газа (расходомеры), температуры газа (термометры);
- 6) импульсный и сбросные трубопроводы;
- 7) запорные устройства (задвижки, краны);
- 8) обводной газопровод (байпас) для снабжения газом потребителей в период ревизии и ремонта.

2.1. РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ

Целью расчета является выбор регулятора давления, обеспечивающего пропуск заданного количества газа.

Дроссельные органы рассчитывают, исходя из максимальной производительности и минимально возможного перепада давления. Такое сочетание производительности и перепада давления самое невыгодное. Проходное се-

чение клапана регулятора рекомендуется выбирать так, чтобы максимальная производительность была обеспечена при перемещении клапана не более чем на 0,9 полного хода. Для этого дроссельный орган регулятора давления нужно рассчитывать на производительность, которая превышает максимальную на 15 - 20 %. Таким образом, регулятор следует подбирать на расчетную пропускную способность

$$V_p = (1.15 - 1.20) * V_{\text{макс}} \quad (1.1)$$

где $V_{\text{макс}}$ - максимальный расход газа через газорегуляторную станцию, м³/с.

При определении расчетного перепада давления следует учитывать потери энергии на трение в трубопроводах газорегуляторного пункта, и в местных сопротивлениях (запорной и предохранительной арматуре, фильтре, устройствах учета расхода газа). Расчетный перепад давления определяют по выражению

$$\Delta P = P_1^{\text{мин}} - P_2 - \Delta P_{\text{пот}} \quad (1.2.)$$

где $P_1^{\text{мин}}$ - минимальное абсолютное давление перед регуляторной станцией, Па; P_2 - регулируемое абсолютное давление после регулятора давления, Па; $\Delta P_{\text{пот}}$ - суммарные потери давления в газорегуляторной станции, исключая потери давления в регуляторе давления, Па.

При малых перепадах давления на регуляторах сжимаемостью газа можно пренебречь, т.к. при $\Delta P / P_1 \leq 0,08$ ошибка не будет превышать 2,5 %. В этом случае

$$V = \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} * \sqrt{\frac{2 * \Delta P}{\rho_0}} \quad (1.3)$$

где F_y - площадь сечения присоединительных патрубков регулирующего органа (или площадь условного прохода), м²; ζ - коэффициент гидравлического сопротивления регулирующего органа, отнесенный к площади условного прохода, ρ_0 - плотность газа при нормальных условиях, н/м³.

Если принять размерности величин, обычно используемые при расчете пропускной способности регуляторов (т.е. V , м³/ч; F_y , см²; ΔP , МПа; ρ , кг/м³), можно получить следующую рабочую формулу

$$V = 0.509 * \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} * \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_0}} \quad (1.4.)$$

При расчете регулирующих клапанов часто используют понятие пропускной способности K_v , понимая под ним количество воды в м³, при $p = 1000$ кг/м³, которое проходит за 1 ч через клапан при перепаде давления 0,0981 МПа. Если подставить в предыдущую формулу эти значения, то можно получить соотношение

$$V = K_v = 0.504 * \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} \quad (1.5)$$

Тогда расчетная формула будет иметь вид

$$V = 101 * K_v * \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_0}} \quad (1.6)$$

Значения коэффициента пропускной способности приведены в приложении 1.

Если на клапане срабатывается большой перепад давления ($\Delta P/P_1 > 0,08$) и входное давление высокое (больше 1,2 МПа), то при расчете пропускной способности дроссельных органов необходимо учитывать изменение плотности газа и отклонения от законов идеального газа. В этом случае

$$V = w * f * \left(\frac{\rho_2}{\rho_0} \right) \quad (1.7)$$

где w - скорость истечения, м/с; f - площадь проходного сечения седла клапана, м²; ρ_2 и ρ_0 - соответственно плотности газа при условиях истечения после отверстия и при нормальных условиях.

Скорость истечения определяется по уравнению

$$w = \alpha * \sqrt{\frac{(2 * k) * (P_1)}{(k - 1) * \rho_0}} * \sqrt{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left[\frac{(k-1)}{k}\right]}} \quad (1.8)$$

Учитывая , что

$$\left(\frac{F_y}{f}\right)^2 = \frac{\zeta}{\zeta_c} \quad (1.9)$$

где F_y - площадь условного прохода седла клапана, м; ζ_c - коэффициент сопротивления, отнесенный к условному проходу седла клапана.

И полагая, что истечение газа происходит в адиабатных условиях, т.е.

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left[\frac{k}{k-1}\right]} \quad (1.10)$$

Используя уравнение газового состояния

$$p = z * \rho * R * T \quad (1.11)$$

т.е.

$$\frac{\rho_1}{\rho_0} = \frac{P_1 * T_0 * z_0}{P_0 * T_1 * z_1} \quad (1.12)$$

уравнение расхода газа может быть преобразовано к виду

$$V = \frac{\sqrt{2} * F_y}{\sqrt{\zeta}} * \sqrt{\frac{T_0}{P_0}} * \sqrt{\frac{P_1 * \Delta p}{\rho_0 * T_1 * z_1}} * \sqrt{\frac{k}{k-1}} * \sqrt{\frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left[\frac{(k+1)}{k}\right]}}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)}} \quad (1.13)$$

Если в приведенное уравнение подставить $P_0 = 101300$ Па, $T_0 = 273$ °К, и применить уравнение (1.5) то можно получить уравнение

$$V = 1.46 * 10^{-6} * k_v * \varepsilon * \sqrt{\frac{P_1 * \Delta p}{\rho_0 * T_1 * z_1}} \quad (1.14)$$

где ε определено соотношением

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{k}{k-1}} * \sqrt{\frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left[\frac{(k+1)}{k}\right]}}{1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)}} \quad (1.15)$$

Коэффициент ε учитывает изменение плотности газа при движении через дроссельный орган.

Если принять размерности V в м³/ч, а P_1 и Δp в МПа, то формула для расчета пропускной способности регулятора будет иметь вид

$$V = 5260 * k_v * \varepsilon * \sqrt{\frac{P_1 * \Delta p}{\rho_0 * T_1 * z_1}} \quad (1.16)$$

При расчете пропускной способности, ввиду неточности исходной математической модели, целесообразно использовать не теоретическое значение для определения ε , а полученную экспериментально зависимость

$$\varepsilon = 1 - 0.46 * \left(\frac{\Delta P}{P_1}\right) \quad (1.17)$$

При критическом или большем перепаде давлений, т.е. когда соблюдается неравенство

$$\frac{P_2}{P_1} \leq \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{кр} \quad (1.18)$$

в формулу расчета пропускной способности должно подставляться критическое отношение давления. Это объясняется тем, что сверхзвуковая скорость при движении газа через дроссельный орган получена быть не может. Расчетная зависимость будет иметь следующий вид:

$$V = 5260 * k_v * \varepsilon_{кр} * P_1 * \sqrt{\frac{\left(\frac{\Delta P}{P_1}\right)_{кр}}{\rho_0 * T_1 * z_1}} \quad (1.19)$$

где

$$\left(\frac{\Delta P}{P_1}\right)_{кр} = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{кр} \quad (1.20)$$

Величина критического отношения давлений, определяемая по формуле

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{кр} = 0,91 * \left(\frac{k}{k+1}\right)^{k/(k-1)} \quad (1.21)$$

для природного газа при $k = 1,3$ составляет 0,5.

Если известна пропускная способность регулятора при работе на газе определенного состава и при известном начальном и конечном давлении (табличные данные), то можно определить его производительность при использовании другого газа и работе на другом режиме.

При докритическом режиме ($P_2 / P_1 \geq 0,5$) пропускная способность регулятора определяется по формуле

$$V = V^m * \sqrt{\frac{\rho_0^m * \Delta p * P_2}{\Delta p^m * P_2^m * \rho_0}} \quad (1.22)$$

Здесь параметры с индексом m относятся к табличным значениям.

При критическом и сверхкритическом отношении давлений ($P_2 / P_1 < 0,5$) пропускная способность определяется по формуле

$$V = 0,5 * V^m * P_1 * \sqrt{\frac{\rho_0^m}{\Delta p^m * P_2^m * \rho_0}} \quad (1.23)$$

Характеристики некоторых регуляторов давления приведены в прил. 2.

2.2 ПОДБОР ГАЗОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Для очистки от механических примесей применяют сетчатые и кассетные фильтры, висциновые пылеуловители.

Необходимая степень очистки фильтром газового потока обеспечивается при ограниченных скоростях газа, определяемых максимальным допустимым перепадом давления в фильтрующем элементе (кассете, сетке), кото-

рый не должен превышать для сетчатых фильтров 5000, для волосяных 10000 Па. На новом фильтре, а также после их чистки и промывки эти величины соответственно составляют 2500 и 5000 Па.

Пропускная способность волосяных и кассетных сварных фильтров определяется по формуле

$$V = V^m * \sqrt{\frac{\rho_0^m * \Delta p * P_1}{\Delta p^m * P_1^m * \rho_0}} \quad (2.1)$$

где V^m - табличное значение пропускной способности фильтров, м³/ч; ρ_0^m , Δp^m , P_1^m - соответственно плотность газа, кг/м³, перепад давлений, Па; - абсолютное входное давление. Па, при котором приводится значение табличной пропускной способности, ρ_0 , Δp , P_1 - соответственно фактические значения указанных величин.

Пропускная способность пылеуловителя висцинового определяется по формуле

$$V = 3600 * f * w * P_1 \quad (2.2)$$

где f - площадь расчетного сечения пылеуловителя, м²; w - скорость газа в корпусе пылеуловителя, м/с; P_1 - абсолютное значение давления газа на входе в пылеуловитель, МПа.

Площадь расчетного сечения для пылеуловителя D_y 300 составляет 0,073 м², для D_y 700 - 0,37 м². Скорость движения газа в пылеуловителе принимается не более 1 м/с. Значения пропускной способности фильтров приведены в прил. 3.

2.3. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ СБРОСНЫЕ КЛАПАНЫ

Пружинное предохранительное сбросное устройство ПСК-50

Устанавливается в узлах редуцирования в комплекте с регулятором давления и ПЗУ, ПСК-50 может устанавливаться в сетях как низкого, так и среднего давления.

Их можно настраивать на избыточное давление 0,001 - 0,125 МПа. Диапазон настройки контролируемого давления изменяют подбором пружины требуемой жесткости и изменением активной поверхности мембраны.

Предохранительные сбросные клапана настраиваются на давление на 10 % превышающее рабочее давление в контролируемой сети.

Количество газа (при 0 °С и 101,3 кПа), подлежащее сбросу, определяется:

- при наличии перед регулятором давления ПЗУ

$$V \geq 0,0005 * V_{\text{макс}} \quad (3.1)$$

где $V_{\text{макс}}$ - пропускная способность регулятора при расчетных входном и выходном давлении газа, м³/ч;

- при отсутствии перед регулятором давления ПЗУ

- а) для регуляторов с золотниковыми клапанами

$$V \geq 0,01 * V_{\text{макс}} \quad (3.2)$$

- б) для регулирующих заслонок с электронными регуляторами

$$V \geq 0,02 * V_{\text{макс}} \quad (3.3)$$

- при наличии в ГРП (ГРУ) нескольких параллельных линий редуцирования

$$V = \sum (V_i * n) \quad (3.4)$$

где V_i - количество газа, подлежащее сбросу для каждого регулятора, м³/ч; n - число регуляторов.

Гидравлический предохранитель (ГП)

Предназначен для применения только на газопроводах низкого давления. ГП начинает сбрасывать газ в атмосферу при давлении в контролируемой точке газопровода, превышающем давление столба жидкости. При восстановлении давления газа в газопроводе (после сброса) затворная жидкость ГП автоматически перекрывает выход газа.

В качестве затворной жидкости при температуре выше 5 °С используется вода, при более низких температурах - трансформаторное или веретенное масло. Высота столба жидкости в этом случае должна быть во столько раз больше, во сколько плотность масла меньше плотности воды.

Подбор гидравлических предохранителей осуществляется по величине пропускной способности и давлению настройки по приложению 4. Пропускная способность рассчитывается аналогично как и для пружинных предохранительных устройств.

2.4. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА (ПЗУ)

Предохранительные запорные устройства типа ПКН (ПКВ)

Они являются полуавтоматическими запорными устройствами, предназначенными для герметического отключения подачи неагрессивных газов. Устройство автоматически закрывается при выходе контролируемого давления за установленный верхний и нижний пределы, а открывается только вручную. Самопроизвольное открытие исключено.

Изготавливают предохранительные запорные устройства следующих модификаций: ПКН - низкого контролируемого давления и ПКВ - высокого.

Технические характеристики ПКН (ПКВ)

Входное рабочее давление, МПа0,6 (1,2)

Пределы настройки контролируемого давления, кПа

Верхний.....1 - 60 (30 - 650)

Нижний.....0,3 - 3 (0,3 - 30)

Предохранительные запорные клапаны выпускаются следующих модификаций ПКН-50, ПКН-100, ПКН-200, ПКВ-50, ПКВ-100, ПКВ-200. Цифры в обозначении - условный диаметр присоединительного фланца.

Предохранительное запорное устройство типа ПКК-40М

Это полуавтоматическое устройство предназначено для автоматического перекрытия потока неагрессивных газов или воздуха с температурой не выше 60 °С в случаях повышения давления в контролируемом участке сети

сверх установленного предела или при уменьшении перепада между входным и контролируемым давлениями ниже определенного предела.

Техническая характеристика ПКС-40М

Входное рабочее давление, МПа.....0,6(1,2)

Пределы настройки контролируемого давления, Па

нижний.....1500-5000

средний5000-6000

Минимальный допустимый перепад давления, кПа..... 10 - 50

Предохранительные запорные устройства не рассчитываются а подбираются по диаметру присоединительного фланца регулятора давления, перед которым они устанавливаются.

Верхний предел настройки ПЗУ принимают на 20 % выше регулируемого давления газа после ГРП. За нижний предел принимают минимально допустимое давление газа в сетях.

2.5. ОБВОДНОЙ ГАЗОПРОВОД (БАЙПАС)

На байпасе следует предусматривать установку последовательно двух отключающих устройств. Для ГРП с входным давлением более 0,6 МПа и пропускной способностью более 5000 м³/ч вместо байпаса можно устанавливать дополнительную резервную нитку.

Обычно диаметр трубопроводов на обводном газопроводе до регулирующей и запорной арматуры принимается равным диаметру трубопровода на вводе в ГРП, а после арматуры - диаметру газопроводов на выходе из ГРП. Однако, диаметр байпаса должен быть не менее диаметра седла клапана.

2.6. ПРОДУВочные и сбросные трубопроводы

Продувочные трубопроводы следует размещать:

- на входном газопроводе после первого отключающего устройства;
- на обводном газопроводе (байпасе) между двумя отключающими устройствами;
- на участках газопровода с оборудованием, отключаемым для производства профилактического осмотра и ремонта;

Условный диаметр продувочного трубопровода должен быть не менее 20 мм.

Допускается объединять продувочные газопроводы одинакового давления в общий продувочный трубопровод.

Условный диаметр сбросного трубопровода, отходящего от ПСК, должен быть равен условному диаметру выходного патрубка клапана, но не менее 20 мм.

Продувочные и сбросные трубопроводы следует выводить наружу в места обеспечивающие безопасные условия для рассеивания газа, но не менее чем на 1 м выше карниза здания.

Продувочные и сбросные трубопроводы должны иметь минимальное число поворотов. На концах продувочных и сбросных трубопроводов следует предусматривать устройства, исключающие попадание атмосферных осадков в эти трубопроводы.

2.7. КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ГРП И ГРУ

При компоновке оборудования ГРП и ГРУ необходимо обеспечивать возможность доступа к оборудованию для монтажа, обслуживания и ремонта. Расстояние между параллельными рядами оборудования в свету должно быть не менее 0,4 м; ширина основного прохода в помещении ГРП и со стороны обслуживания ГРУ - не менее 0,8 м. При размещении оборудования на высоте более 1,5 м необходимо устраивать площадки с лестницами, огражденными перилами.

Установка арматуры, оборудования, а также устройство фланцевых и резьбовых соединений в каналах не допускается. При проходе газопроводов и других инженерных коммуникаций через наружные стены и фундаменты ГРП следует тщательно уплотнять на всю толщину пересекаемой конструкции. На подземных вводах необходимо предусматривать конструктивные решения по защите газопроводов от повреждений при осадке здания. При монтаже газопроводов в ГРП и ГРУ можно использовать только гнутые или крутоизогнутые штампованные отводы.

2.8. РАЗМЕЩЕНИЕ ГРП

В соответствии с СП 62.13330.2011* ГРП в зависимости от назначения и технической целесообразности могут размещаться:

- в отдельно стоящих зданиях;
- в пристройках к зданиям;
- встроенными в одноэтажные производственные здания или котельные;
- в шкафах на наружных стенах газифицируемых зданий или на отдельно стоящих опорах из негорючих материалов;
- на покрытиях газифицируемых производственных зданий I и II степени огнестойкости с негорючим утеплителем;
- на открытых огражденных площадках под навесом на территории промышленных предприятий, если климатические условия позволяют обеспечить нормальную работу технологического оборудования и КИП.

Запрещается размещать ГРП в подвальных и цокольных помещениях зданий любого назначения, а также встроенными и пристроенными к жилым и общественным зданиям (кроме зданий производственного характера).

Отдельно стоящие ГРП (включая шкафные, устанавливаемые на опорах) в населенных пунктах следует размещать в зоне зеленых насаждений, внутри жилых кварталов, на территории промышленных и других предприятий производственного характера в соответствии с требованиями СНиП II-89-80. При этом расстояния от ГРП до зданий и сооружений должны быть не менее указанных в приложении 5 и измеряться от наружных стен здания или шкафа ГРП, а при расположении оборудования на открытой площадке - от края ограждения.

При установке шкафных ГРП с давлением газа на входе до 0,3 МПа, устанавливаемых на стене здания, расстояние от шкафа до окон, двери и других проемов по горизонтали не должно составлять менее 3 м и не менее 5 м при давлении газа на входе свыше 0,3 до 0,6 МПа, Расстояние по вертикали от шкафа до оконных проемов должно быть не менее 5м.

ГРП с входным давлением газа не более 0,6 МПа могут пристраиваться к производственным зданиям не ниже I и II степени огнестойкости с помещениями категорий Г и Д, а также к отдельно стоящим зданиям газифицируемых котельных, бань, прачечных, предприятий химчистки и других аналогичных объектов.

ГРП с входным давлением свыше 0,6 МПа допускается пристраивать к производственным зданиям, в том числе котельным не ниже I и II степени огнестойкости с помещениями категорий Г и Д, в которых использование газа указанного давления необходимо по условиям технологии.

проводах на расстоянии не менее 5 м от ГРП в удобном для обслуживания месте.

Для обеспечения нормальной работы регулирующего оборудования и контрольно-измерительных приборов в зимнее время внутри помещения ГРП необходимо поддерживать температуру не ниже 5 °С. Отопление может быть водяным или паровым как от централизованного источника тепла, так и от индивидуальной отопительной установки. Максимальная температура теплоносителей не должна превышать 130 °С. При устройстве в ГРП местного отопления отопительную установку следует размещать в изолированном помещении, имеющем самостоятельный выход и отделенном от технологического, а также от других помещений ГРП глухими газонепроницаемыми и противопожарными стенами с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч. Труба подводки газа к отопительному котлу и трубы системы отопления при проходе через стену помещения регуляторов должны иметь сальниковые уплотнения. Для обогрева шкафных ГРП допускается использовать газовые горелки при условии обеспечения взрывопожаробезопасности.

Все помещения ГРП необходимо оборудовать постоянно действующей вентиляцией, обеспечивающей не менее чем 3-х кратный воздухообмен в 1 ч. Все помещения ГРП должны иметь естественное и искусственное освещение. Электрооборудование ГРП проектируется в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ). Электроосвещение должно быть внутрен-

ним во взрывозащищенном исполнении или наружным (типа "кососвет") - в нормальном исполнении. Электрические распределительные устройства и другое электрооборудование в нормальном исполнении следует располагать вне помещений, предназначенном для отопительной установки либо приборов телемеханики. Металлические части электроустановок, не находящиеся под напряжением, должны быть заземлены.

Необходимость устройства молниезащиты ГРП определяется "СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций ". Импульсное сопротивление заземлителя растеканию не должно превышать 10 Ом. Для защиты от молний ГРП должны быть оборудованы стержневым молниеотводом, устанавливаемым на стене здания, и заземляющим устройством. Заземляющее устройство выполняют из полосовой стали. Оно состоит из внутреннего и наружного контуров, соединенных между собой сваркой. Внутренний контур заземления прокладывают по стенам здания на высоте 0,5 м от пола, внешний - в земле на глубине 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии 1 м от фундамента.

Строительство, монтаж и эксплуатация отдельно стоящих ГРП осуществляется в соответствии с типовым проектом "Пункты газорегуляторные отдельно стоящие для снижения давления газа", разработанные Мосгазниипроектом. Основные характеристики таких пунктов приведены в приложении 6.

Архитектурно-строительной частью проекта предусмотрено сооружение зданий и сооружений с пристройкой и без нее, с блочными или кирпичными стенами. В пристройке могут быть размещены местное газовое отопительное оборудование или элеваторный узел от теплосети с $t_{п.в} - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$, приборы телемеханизации.

По числу линий регулирования различают две группы ГРП:

1-я группа - одна линия регулирования с одним регулятором давления (одноступенчатое регулирование) или двумя последовательно расположенными регуляторами давления (двухступенчатое регулирование);

2-я группа - две параллельно расположенные линии регулирования с одним регулятором давления на каждой линии. Эта группа разделяется на две подгруппы:

- а) две линии регулирования с одним регулятором давления на каждой линии, но с одним выходным газопроводом из ГРП. Одна линия является резервной для подачи газа одному потребителю;
- б) две линии регулирования с одним регулятором давления на каждой линии.

Подачу газа двум потребителям следует осуществлять по следующим вариантам.

1. Одна технологическая линия (одноступенчатое регулирование) с регуляторами:

- а) РД-50М и РДБК-50 - для промышленных, а также расположенных в отдельно стоящих зданиях отопительных и производственных котельных, коммунальных и сельскохозяйственных предприятий (бани, фабрики прачечные, фабрики - химчистки, хлебопекарни и др.), а также для населенных пунктов;
- б) РДБК-100 и РДУК2-200 - для промышленных предприятий, а при входном давлении до 0,6 МПа - для крупных населенных пунктов.

2. Одна технологическая линия (двухступенчатое регулирование) с регуляторами РДБК-50, РДБК-100 и РДУК2-200 при входном давлении свыше 0,6 МПа и выходном - низком - для общественных зданий, предприятий бытового обслуживания (прачечные, парикмахерские, ателье и др.), а также для городов и сельских населенных пунктов.

3. Две технологические нитки с регуляторами РДБК-100 (в том числе одна резервная) - для одного потребителя газа, с регуляторами давления РДБК-100 и РДУК2-200 - для объектов, не допускающих по условиям производства перерывов в подаче газа, и для тупиковых городских сетей. Этот вариант дает возможность переводить работу ГРП с одной линии на другую.

4. Две технологических нитки (два потребителя газа) с регуляторами:

- а) РДУК2-50 и РДУК2-100 - для промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий, а при входном давлении до 0,6 МПа - для населенных пунктов;
- б) РДУК2-100 и РДУК2-200 - для промышленных и коммунальных предприятий.

2.9. РАЗМЕЩЕНИЕ ГРУ

Размещать ГРУ следует в газифицируемых зданиях, как правило, вблизи от ввода газопровода, непосредственно в помещениях котельных и цехов, где находятся агрегаты, или в смежные помещения, соединенные с ними открытыми проемами и имеющих не менее чем 3-х кратный воздухообмен в 1 час. При этом в одном здании должна быть размещена, как правило, одна ГРУ.

Устройство ГРУ в помещениях категорий А, Б, В и под лестничными маршами не допускается.

Подача газа от одной ГРУ к тепловым агрегатам, расположенным в других помещениях отдельно стоящих зданий, не допускается.

Питание газом агрегатов, расположенных в других помещениях одного здания, допустимо от одной ГРУ, если агрегаты работают при одинаковых давлениях газа и к ним обеспечен 1фуглосуточный доступ обслуживающего персонала газовой службы.

Если тепловые агрегаты, расположенные в одном или разных помещениях одного здания, работают на разных режимах давления газа, нужно оборудовать несколько ГРУ. Две и более ГРУ для газоснабжения агрегатов, находящихся в одном здании (помещении) и работающих на одинаковых режимах давления газа, можно размещать в цехах с расходом газа более 1000 м³/ч и больших по протяженности (цеха обжига цементного клинкера, стекловаренный, литейные и др.).

Можно размещать ГРУ с давлением газа на вводе от 0,6 до 1,2 МПа непосредственно в помещениях только тех цехов, где такое давление газа необходимо по условиям технологии производства.

При размещении ГРУ следует выполнять следующие требования:

- здания ГРУ должны быть не ниже III степени огнестойкости с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категории Г и Д;
- оборудование ГРУ, к которому возможен доступ лиц, не связанных с эксплуатацией, должно быть защищено от несанкционированного доступа, механических повреждений, а место расположения ГРУ освещено;
- помещение ГРУ должно быть оборудовано постоянно действующей приточно - вытяжной естественной вентиляцией.

2.10. ШКАФНЫЕ ГРП

При газоснабжении относительно небольших территориально рассредоточенных городских микрорайонов, коммунально-бытовых потребителей, отопительных котельных, небольших промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, деревень, сел применяют ГРП смонтированные в металлических шкафах. Это позволяет сократить протяженность сетей низкого давления и приблизить наиболее экономичные по металлоемкости сети высокого и среднего давления к потребителям газа. Шкафные ГРП применяют при давлении на вводе не более 0,6 МПа для промышленных и не более 0,3 МПа для коммунально-бытовых потребителей и жилых домов.

Шкафной ГРП - готовое промышленное изделие; представляет собой металлический шкаф, внутри которого смонтированы все необходимое газовое оборудование, арматура и средства измерения.

В зависимости от климатических условий шкафной ГРП может быть с обогревом и без него. Обогреваемый шкафной ГРП имеет с внутренней поверхности шкафа теплоизолирующее покрытие из войлока или пенопласта полистирольного. Обогрев выполняют в двух вариантах: водяное отопление с помощью коллектора, подключаемого к системе отопления с температурой прямой воды 70 – 90 °С, и (при автономном обогреве) от теплогенератора, питающегося газом непосредственно от выходного газопровода низкого давления шкафного ГРП или от дополнительно встроенного в шкаф регулятора РДСГ-1 (при среднем выходном давлении). Температура внутри шкафа в

этом случае поддерживается в пределах от 5 до 40 °С в зимних условиях умеренной климатической зоны.

В качестве теплогенератора могут использоваться горелки инфракрасного излучения мощностью 2 кВт.

Шкафные ГРП целесообразно применять в следующих случаях:

1. При газоснабжении предприятий общественного питания, коммунально-бытовых потребителей, детских лечебных и учебных заведений, отопительных котельных, небольших промышленных предприятий, где по технологическим особенностям требуется низкое или среднее давление газа, отдельно стоящих жилых домов, жилых кварталов и поселков, расположенных вне районов действия городской сети низкого давления с радиусом действия одного ГРП не более 500 м.

При газоснабжении ремонтных мастерских, котельных колхозов и совхозов и других сельских объектов (при их разбросанности), а также бытовых потребителей в селах при плотной застройке.

Возможно также применение нескольких шкафных ГРП на одном объекте в случае, если технико-экономическими расчетами доказана экономичность этого мероприятия.

Свечи, отводящие газ от предохранительных устройств шкафных ГРП, устанавливаемых на отдельно стоящих опорах, должны быть выведены в высоту не менее чем на 4 м от уровня земли, а при установке шкафных ГРП на стенах зданий - на 1 м выше карниза здания.

В приложении 7 приводятся технические характеристики шкафных ГРП.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Объектом проектирования может быть город, район или жилой массив с населением порядка 30...60 тыс. человек, промышленный узел или группа производственных зданий, отдельные крупные промышленные предприятия, объекты сельскохозяйственного производства.

На основании задания на проектирование по СП 62.13330.2011* выписываются климатические условия в районе:

расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления t_{po} и вентиляции t_{pv} ;

- средняя температура наружного воздуха за отопительный период t_{hcr} ;
- продолжительность отопительного периода n_0 ;
- продолжительность стояния наружных температур в отопительном сезоне с интервалом 5 °С;
- среднегодовая температура грунта на глубине заложения теплопроводов t_r .

При необходимости иметь полную характеристику грунтов следует указать:

вид грунтов (глинистые, песчаные, скальные и пр.);

- степень влажности грунтов (маловлажные, влажные, водонасыщенные);
- средняя плотность грунта;
- агрессивность грунтовых вод по отношению к бетону;
- коэффициент теплопроводности грунта.

3.1. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА

Тепловая нагрузка складывается из расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение жилых и общественных зданий и технологические нужды предприятий.

Нагрузка задается на основании инвентаризационной ведомости существующих зданий в районе или принимается по проектным материалам зданий. Тепловая нагрузка может быть установлена расчетом по характеристикам зданий и их номенклатуре по методике, принятой в дисциплине "Отопление и вентиляция". Расчет тепловой нагрузки для района, насчитывающего сотни зданий различного назначения, весьма трудоемок, поэтому он используется в проектах, требующих проверки гидравлических и тепловых режимов теплоснабжения по уточненным тепловым нагрузкам. Чаще применяется упрощенный, но достаточно точный расчет теплового потребления по проектным характеристикам зданий. Технологическая тепловая нагрузка

принимается по заданиям производственных предприятий или рассчитывается по укрупненным ведомственным нормам.

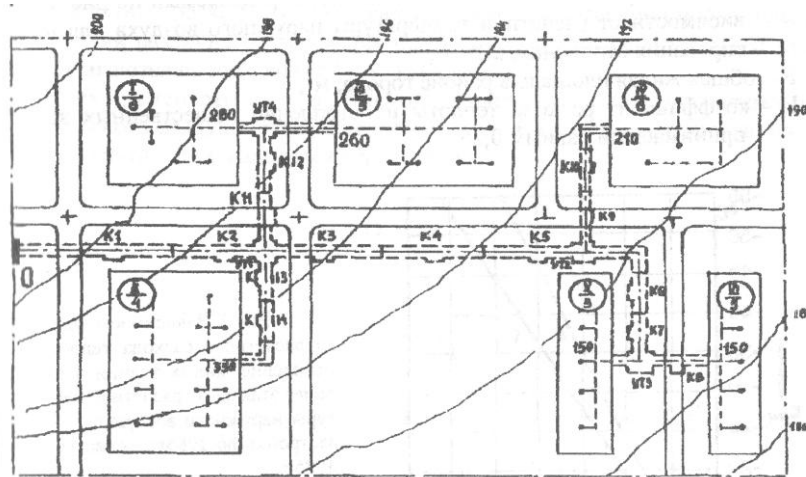


Рис. 1. Генплан района с теплотрассой: числитель - номер квартала; знаменатель - этажность застройки, число на вводе в квартал (в ЦТП) - расход сетевой воды, т/ч; 0- узел примыкания проектируемых сетей или источник теплоснабжения; УТ - узел отключения трубопроводов; К - компенсаторная ниша.

В задании на курсовое проектирование номенклатура зданий не указывается, а планировка района представляется на генплане укрупнено (рис. 1) с разметкой площадок квартальных застроек, мест размещения источников или узла, от которого должно начинаться проектирование тепловых сетей. Тепловую нагрузку района в этом случае определяют по укрупненным измерителям, исходя из заданного числа жителей, проживающих в районе, или жилой площади в кварталах. Расчет тепловой нагрузки района по укрупненным измерителям выполняется в соответствии с нормами проектирования.

Расчетная тепловая нагрузка на отопление жилых и общественных зданий по укрупненным показателям рассчитывается по формулам:

$$Q'_{0(ж)} = a * q_0 * F \quad (1)$$

$$Q'_{0(o)} = k * Q'_{0(ж)}$$

где: $Q'_{0(ж)}$, $Q'_{0(o)}$ - расчетные расходы теплоты на отопление соответственно жилых и общественных зданий, кВт; a - коэффициент, учитывающий

потери теплоты при транспортировке теплоносителя, принимаемый равным 1,04... 1,08 [9]; q_0 - удельный расход теплоты на отопление, определяемый по рис. 2 в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления, кВт/м²; F - общая жилая площадь в районе города, м², k - коэффициент расхода теплоты на отопление общественных зданий принимаемый равным 0,25.

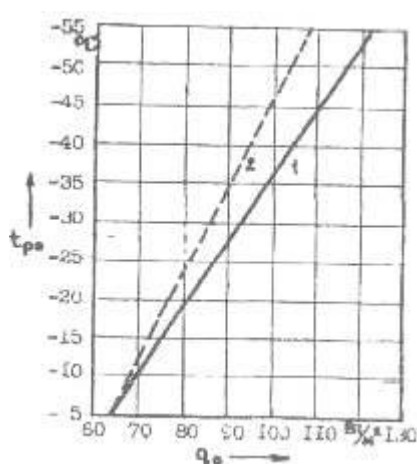


Рис.2. Зависимость удельного расчетного расхода теплоты и отопление жилых зданий в пять и более этажей от расчетной температуры наружного воздуха t_{pa} [8]: 1 застройки до 1985г.; 2- застройки после 1985г.

Общая жилая площадь в районе определяется по формуле

$$F = m \cdot f = M \cdot F_p, \quad (2)$$

где m - число жителей; f - норма общей площади на человека, принимаемая 12... 15 м²/чел; M - плотность жилого фонда, принимаемая из литературы [10], м²/км²; F_p - площадь района (определяется измерением площадей кварталов в прилагаемым генпланам), км².

Расчетная тепловая нагрузка на вентиляцию общественных зданий принимается по формуле:

$$Q''_{в(0)} = k_i \cdot Q'_{0(0)} \quad (3)$$

где $Q''_{в(0)}$ - расчетный расход теплоты на вентиляцию общественных зданий кВт; k_i - коэффициент расхода теплоты, принимаемый при отсутствии конкретного перечня и назначения общественных зданий равным 0,4.

Расчетные расходы теплоты на отопление и вентиляцию промышленных предприятий различного назначения при известной наружной кубатуре зданий устанавливаются по справочной литературе.

Расходы теплоты на отопление и вентиляцию при различных температуры наружного воздуха, отличающихся от расчетных для проектирования отопления и вентиляции, находятся пересчетом:

$$Q_0 = Q'_0 \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{pg}} \quad (4)$$

$$Q_g = Q''_g \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{pg}}$$

где t_n - текущая температура наружного воздуха, при которой определяется расход теплоты.

Принимая в формулах (4) $t_n = +8^\circ\text{C}$, получим минимальные расходы теплоты на отопление ($Q_{0\min}$) и вентиляцию ($Q_{v\min}$) в начале или в конце отопительного сезона, а при $t_n = t_{n\text{ср}}$ - среднечасовые расходы теплоты на отопление ($Q_{0\text{ср}}$) и вентиляцию ($Q_{v\text{ср}}$) за отопительный сезон. По среднечасовым тепловым нагрузкам легко определяются годовые расходы теплоты (за отопительный сезон):

$$\begin{aligned} Q_{0\text{год}} &= 24 * Q_{0\text{ср}} * n_0; \\ Q_{v\text{год}} &= Z * Q_{v\text{ср}} * n_0, \end{aligned} \quad (5)$$

где Z - усредненное за отопительный период число часов работы вентиляции в течение суток, при отсутствии данных принимается $Z = 16$ ч;
 n_0 - продолжительность отопительного сезона в сутках.

Расчетная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение устанавливается по среднечасовому расходу теплоты за отопительный период и для жилых и общественных зданий рассчитывается по формуле

$$Q_{\varepsilon}^{cp} = \frac{cm * (q_{um}^h + b)(t_{\varepsilon} - t_c) * \rho * 1,25}{3,6 * 24 * 10^6} \quad (6)$$

где $Q_{гср}$ - среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение, кВт; c - теплоемкость воды, кДж/(кг*°C); q_{hum} - норма расхода горячей воды при температуре 55 °C для жилых зданий на одного человека в сутки, л/сут; b - норма расхода горячей воды для общественных зданий района города (при отсутствии данных принимается 25 л/сут на человека); t_g - температура горячей воды, принимаемая равной 55 C; t_c - температура холодной водопроводной воды в отопительный период принимаемая равной 5°C; ρ - плотность воды при температуре 55 °C, кг/м³; 1,25 - коэффициент, учитывающий теплотери трубопроводов внутри здания и во внешних сетях.

Норму расхода горячей воды в жилых домах определяют по нормам проектирования [12], в курсовом проекте можно принимать: в районах старого фонда $q_{hum} = (55 * f_1 + 45)$ л/сут, где f_1 - коэффициент охвата ванными, принимаемый от 0,1 до 0,6; на новых застройках 110...130 л/сут.

Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период находится пересчетом по формуле

$$Q_{\varepsilon}^{cp(l)} = Q_{\varepsilon}^{cp} \frac{t_{\varepsilon} - t_c^s}{t_{\varepsilon} - t_c} * \beta_1 \quad (7)$$

где t_{cs} - температура холодной водопроводной воды в летний период, принимаемая равной 15 C; β_1 - коэффициент снижения расхода горячей воды в летний период, принимаемый равным 0,8, а для предприятий, курортов и южных городов – 1.

Максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение

$$Q_{гmax} = K_{ч} * Q_{гср} \quad (8)$$

где $K_{\text{ч}}$ - коэффициент часовой неравномерности водоразбора (для жилых и общественных зданий принимается равным от 2 до 2,4).

Расход теплоты на горячее водоснабжение за год определяется суммой

$$Q_z^{\text{год}} = 24 * [Q_z^{\text{ср}} * n_0 + Q_z^{\text{ср}(\text{п})} * (350 - n_0)] \quad (9)$$

где 350 - число суток в году работы системы горячего водоснабжения (15 суток в году планируется перерыв на профилактику и ремонт).

После определения расчётных и текущих расходов теплоты строится график продолжительности тепловой нагрузки (рис. 3).

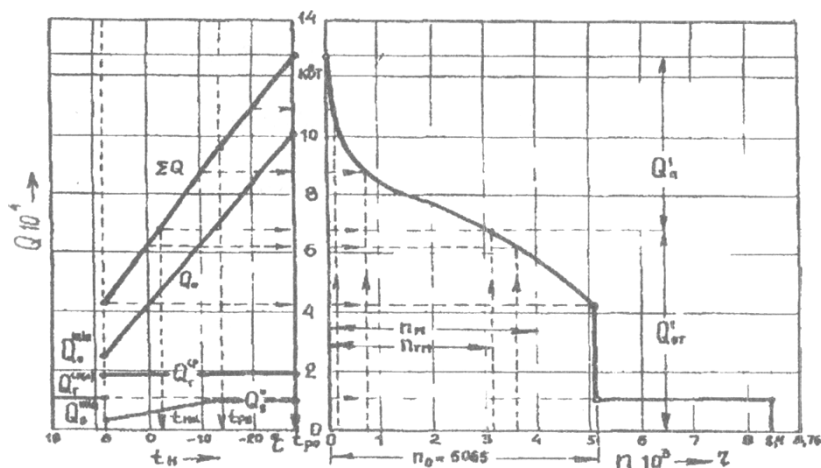


Рис. 3. График продолжительности тепловой нагрузки

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями N 1, 2)

2. СП 402.1325800.2018 Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления

3. Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" [Электронный ресурс] / Жила В.А.- М.:Издательство АСВ, 2014."-

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300232.html>

Авторы Жила В.А. Издательство АСВ. Год издания 2014

Прототип: Электронное издание на основе: Газоснабжение: учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / В.А. Жила. - М.: Изд-во АСВ, 2014. - 368 с. - ISBN 978-5-4323-0023-2.

4. Музалевская Г.Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов: Учебное пособие/Г.Н. Музалевская. - М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2006.-148 с. .- Библиогр. в начале кн.- ISBN 5-93093-424-X : 170.513.

Приложение 1

Значения коэффициента пропускной способности для некоторых типов регуляторов давления

Тип регулятора		Kv	Тип регулятора		Kv
РД	20-5	0,52	РД-50М-11		3,30
РД	25-5	0,52	РД-50М-8		1,70
РД	25-6,5	0,90	РДУК2-50/35		27
РД	32-5	0,52	РДУК2-100/50		38
РД	32-6,5	0,90	РДУК2-100/70		108
РД	32-9,5	1,90	РДУК2-200/105		200
РД	50-13	3,70	РДУК2-200/140		300
РД	50-19	7,90	РД-50-64		22
РД	50-25	13,70	РД-80-64		66
РД	32М-10	1,40	РД-100-64		110
РД	32М-6	0,80	РД-150-64		314
РД	32М-4	0,52	РД-200-64		424
РД	50М-25	11,00	РДУ-50		50
РД	50М-20	9,00	РДУ-80		100
РД	50М-15	5,80	РДУ-100		200

Приложение 2

Основные характеристики регуляторов давления
($\gamma = 0,73 \text{ кг/м}^3$)

Наименование	Обозначение	Dy, мм	Диаметр седла, мм	Пропускная способность при входном давлении, P1, МПа			
				0,1	0,3	0,6	1,2
1	2	3	4	5	6	7	8
Регулятор давления сжиженного газа, P1=1,6 МПа	РДСГ1-0,5	15	1,6	0,75	1,50	-	-
	РДСГ1-1,2		2,0	1,80	3,60	-	-
Регулятор давления газа, P1=1,6 МПа	РДГ-6	15	1,6	0,75	1,50	-	-
				1,80	3,60	-	-
Регулятор давления газа до- мовой, P1=0,3 МПа	РДГД-20	20	-	45	80	-	-

Продолжение прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Регулятор низкого дав- ления, Р1=1,6 МПа	РД-32М/С РД-32М/Ж РД-50М/С РД-50М/Ж	32	6	25	55	105	-
			10	45	100	-	-
		32	4	7	18	31	65
			6	16	32	62	-
		50	15	167	375	717	-
			20	270	610	-	-
			25	363	-	-	-
		50	8	32	69	125	231
Регулятор низкого дав- ления, Р1=0,6 МПа	Dy32 Dy50	32	6	25	55	105	-
			10	45	100	-	-
		50	15	167	375	717	-
			20	270	610	-	-
			25	363	-	-	-
Регуляторы среднего дав- ления Р1=0,6 МПа	Dy32 Dy50	32	10	40	90	160	-
		50	25	320	720	1260	-
Регулятор давления уни- версальный конструкции Казанцева, Р1=1,2 МПа	РДУК2Н-50	50	35	900	1790	3125	5800
	РДУК2Н-100	100	50	1420	2840	4970	9200
	РДУК2Н-100	100	70	2825	5650	9900	18350
	РДУК2Н-200	200	105	5880	11800	20550	38000
	РДУК2Н-200	200	140	9500	19000	33340	-
	РДУК2В-50	50	35	720	1790	3125	-
	РДУК2В-100	100	50	1200	2840	4970	5800
	РДУК2В-100	100	70	2300	5650	9900	9200
	РДУК2В-200	200	105	5880	11800	20550	18350
	РДУК2В-200	200	140	7650	19000	33340	38000
Регулятор давления блочный кон- струкции Ка- занцева, Р1=1,2 МПа	РДБК1-25	25	21	310	620	1080	2000
	РДБК1-50	50	35	900	1790	3125	5800
	РДБК1-100	100	50	1420	2840	4970	9200
	РДБК1-100	100	70	2825	5650	9900	18350
	РДБК1П-25	25	21	310	620	1080	2000
	РДБК1П-50	50	35	720	1790	3125	5800
	РДБК1П-100	100	50	1200	2840	4970	9200
	РДБК1П-100	100	70	2300	5650	9900	18350
Регулятор среднего дав- ления, Р1=0,6 МПа	РДС-80	80	34	1300	2600	4570	8500
	РДС-100	100	42	1860	3700	6460	12000
	РДС-150	150	62	4850	9600	16800	-
	РДС-200	200	90	9100	18000	31600	-
	РДС-300	300	140	22000	43600	-	-
Регулятор давления, Р1=6,4 МПа	РД-25-64	25	16	-	-	300	560
	РД-25-64	25	20	-	-	720	1340
	РД-40-64	40	20	-	-	420	1340
	РД-40-64	40	32	-	-	1900	3580
	РД-50-64	50	45	-	-	3000	5600
	РД-80-64	80	70	-	-	7200	13400
	РД-100-64	100	85	-	-	12000	22400

Регулятор давления, Р1=6,4 МПа	РД-25-64	25	16	-	-	300	560
	РД-25-64	25	20	-	-	720	1340
	РД-40-64	40	20	-	-	420	1340
	РД-40-64	40	32	-	-	1900	3580
	РД-50-64	50	45	-	-	3000	5600
	РД-80-64	80	70	-	-	7200	13400
	РД-100-64	100	85	-	-	12000	22400

Продолжение прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Р1=6,3 МПа	25ч37нж(НО)	25	25	-	1100	1900	3500
	25ч38нж(НЗ)	40	40	-	2750	4800	8900
		50	50	-	4300	7600	14000
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Р1=6,3 МПа	25ч30нж	80	80	-	11000	19000	35000
	1М-4М(НО)	100	100	-	17200	30000	55000
	25ч32нж	150	150	-	43400	76000	140000
	5М-8М(НЗ)	200	200	-	68900	120000	223000
		250	250	-	110000	193000	357000
		300	300	-	172000	300000	558000
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Р1=6,3 МПа	25с48нж	25	25	-	1000	1900	3500
	М1(НО) 25с50нж М1-8М(НЗ)						
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Р1=6,3 МПа	25с48нж	50	50	-	4300	7600	14000
	1М-4М(НО)	80	80	-	11000	19000	35000
	25с50нж	100	100	-	17200	30000	55000
	5М-8М(НЗ)	150	150	-	43400	76000	140000
		200	200	-	68900	12000	223000

остальных - менее 0,005 МПа, а также плотности газа $\rho = 2,2 \text{ кг/м}^3$ для РДСГ, РДГ, РД-32М/Ж и $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ - для остальных.

Приложение 3

Характеристики газовых фильтров

Наименование	Допустимая пропускная способность, м ³ /ч, при входном давлении Р _{вх}				
	0,10	0,20	0,30	0,60	1,20
1	2	3	4	5	6
ФС-25	145	175	205	270	370
ФС-40	305	370	430	570	770
ФС-50	430	530	610	810	-
ФСС-40	535	655	755	1000	-
ФСС-50	1070	1310	1510	2000	-
ФВ-80	625	765	880	1170	1600
ФВ-100	890	1090	1250	1665	2270
ФВ-200	3500	4250	4900	6500	8870
ФГ-50	2500	3600	4500	7000	9000
ФГ-100	7000	10000	11000	15000	19000
ФГ-200	21000	26000	29000	36000	46000
ФГ-300	50000	58000	66000	80000	100000
Пылеуловитель висци- новый: Dy700 (ПС-2981)				9500	17000
Dy300 (ПС-2980)				1700	3500

Примечания: 1. Число после обозначения фильтра - условный диаметр, мм.

2. Пропускная способность указана при перепаде давления на кассете фильтра, Па: сетчатого - 2500, волосяного 5000 (у ФГ-300 - при перепаде 2000).

Приложение 4

**Пропускная способность ГП, м³/ч
(при давлении начала срабатывания 1,04 Рн)**

Гидравлический предохранитель	Длина сбросно- го трубо- провода, м	Давление настройки, Па			
		2000	3000	4000	5000
1	2	3	4	5	6
ГП-40	10	25	30	33	42
	20	18	21	24	29
ГП-50	10	39	47	54	64
	20	28	34	39	46
ГП-80	10	110	135	150	173
	20	83	102	118	132
ГП-100	10	141	175	214	231
	20	106	132	158	179
ГП-150	10	210	345	359	441
	20	161	230	282	352

Примечания: 1. Пропускная способность дана для давления во входном патрубке $P_1 = 1,1 \cdot P_n$.

Приложение 5

**Минимальные допустимые расстояния от отдельно стоящих ГРП
до зданий и сооружений**

Давление газа на вводе в ГРП, МПа	Расстояние в свету (по горизонтали), м, до
---	--

Приложение 6

Основные технико-экономические показатели ГРП по типовому проекту Мос-
газниипроекта

Но- мер вы- пус- ка	Наименование выпуска	Чис- ло ли- ний регу- лиро- ва- ния	Чис- ло ступе- ней регу- лиро- ва- ния	Регулятор давления газа	Сметная стоимость строительства ГРП, тыс. руб.*				Пропуск- ная спо- собность, м3/ч, при Рвх = 1,2 МПа (0,6 МПа) и Рвых = 0,1 МПа
					1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Технологиче- ская линия с регулятором РД-50М, с уче- том расхода газа	1	1	РД-50М	-	7,01	-	5,76	600** (400)
2	Технологиче- ская линия с регулятором РДБК-50, с учетом расхода газа	1	1	РДБК-50	-	8,00	-	6,74	5000 (2700)
3	То же, без уче- та расхода газа	1	1	РДБК-50	-	6,62	-	5,56	5000 (2700)
4	Технологиче- ская линия с регулятором РДБК-100, с учетом расхода газа	1	1	РДБК-100	12,70	12,33	10,56	10,13	16000 (8600)
5	То же, без уче- та расхода газа	1	1	РДБК-100	10,04	9,67	7,90	7,47	16000 (8600)
6	Технологиче- ская линия с регулятором ДУК2-200, с учетом расхода газа	1	1	РДУК2-200	15,00	14,63	12,74	12,05	38000 (20500)

Приложение 7

Технические характеристики шкафных ГРП

Тип ГРП	Давление, МПа		Регулятор		Пропускная способность, м ³ /ч, при Р _{вх} , МПа		
	Р _{вх}	Р _{вых}	Типоразмер	Диаметр седла, мм			
1	2	3	4	5	6	7	8
ШП-3	0,6	0,0009-0,002	РД-32М	6 10	25 40	60 110	110 -
ГСГО-0	0,6	0,0009-0,002	РД-32М	6 10	25 40	55 100	105 -
ШРУ-3Н	0,6	0,002-0,0035	Ду32н/д	6 10 15	20 40 150	60 110 350	110 - 600
ШРУ-2Н	0,6	0,002-0,0035	Ду50н/д	20 25	250 300	550 -	- -