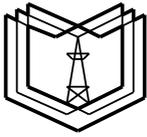


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



КФЭУ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

СИСТЕМЫ ВОДОГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Методические указания
к выполнению курсовой работы**

**Для студентов направления подготовки 13.03.01
«Теплоэнергетика и теплотехника»**

**Казань
2025**

УДК
ББК
В

Системы водогазоснабжения предприятий: Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»/А.Н. Долгова, М.А. Хуснутдинова. – Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, 2025.– 92 с.

Приведены требования к содержанию и оформлению курсовой работы по дисциплине «Системы водогазоснабжения предприятий».

Предназначено для студентов, обучающихся по образовательной программе «Энергообеспечение предприятий» направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

УДК
ББК

© А.Н. Долгова, М.А. Хуснутдинова, 2025
© КГЭУ, 2025.

ВВЕДЕНИЕ

Знание основ рационального проектирования, методик инженерного расчета и особенностей принятия основных проектных решений в вопросах водоснабжения является важным и необходимым для будущих специалистов в области энергетики, способных снижать удельную величину расхода энергетических ресурсов в зданиях, строениях, сооружениях путем грамотного проектирования и эксплуатации оборудования систем водо- и газоснабжения, внедрения различных энергосберегающих систем и технологий.

Настоящие методические указания позволяют ознакомиться с требованиями строительных норм и правил и других нормативных документов, регламентирующих подходы к решению вопросов по водогазоснабжению предприятий, освоить нормированные методики отдельных расчетов и научиться пользоваться справочной литературой путем решения актуальных задач по водогазоснабжению предприятий.

1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. Расчет расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды абонентов

Расчет расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в жилых, общественных и производственных зданиях

В зданиях (сооружениях) в зависимости от их назначения предусматривают системы внутренних водопроводов: хозяйственно-питьевого, горячего, противопожарного, оборотного, производственного водоснабжения.

Режим работы всех элементов системы водоснабжения во многом определяется режимом расхода воды потребителями, которые обслуживаются этой системой.

В жилых и общественных зданиях вода расходуется на хозяйственно-питьевые, а в производственных зданиях – на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды отличается значительной неравномерностью. Режим расхода воды на производственные нужды зданий задается в соответствии с технологией производства.

Систему горячего водоснабжения следует принимать, как правило, с закрытым водоразбором с приготовлением горячей воды в теплообменниках и водонагревателях (водо-водяных, газовых, электрических, солнечных и др.) в самом здании, то есть при расчете расхода воды в здании учитывают общий расход воды, в том числе на горячее водоснабжение.

Среднегодовой часовой расход воды в системе водоснабжения необходимо знать для подбора оборудования. Максимальные расходы воды в системе водоснабжения в час наибольшего потребления воды необходимо знать при расчете диаметров и подборе трубопроводов водопроводной сети.

Среднегодовой часовой и расчетный (максимальный) расходы воды потребителями на хозяйственно-питьевые нужды жилых, общественных и производственных зданий при проектных расчетах определяют по нормам расхода воды на 1-го жителя (жилые здания), на 1-го работающего, посетителя (общественные и производственные здания) [1-5].

Среднегодовой часовой расход воды V_{cp} , л/ч, на хозяйственно-питьевые нужды отдельных жилых, общественных и производственных зданий определяется по формуле:

$$V_{cp} = ma_{cp}/n_{ч} \quad (1.1)$$

где m – количество единиц для расчета расхода воды: жителей, работников, посетителей, коек (больницы), посадочных мест (предприятия общественного питания), и т.д.; a_{cp} – среднегодовая норма расхода воды на одну единицу для расчета расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, $л/сут$, $л/см$; $n_{ч}$ – расчетная длительность подачи воды на водоснабжение, $ч/сут$, (при круглосуточной подаче воды в зданиях $n = 24,0$ ч, при 8-и часовой рабочей смене $n = 8,0$ ч).

В таблице А2 приложения А свода правил СП30.13330.2016 [1] приведены нормы расхода общей (холодной, в том числе горячей) воды в сутки, $л/сут$, со средним за год водопотреблением различными потребителями воды.

Водопроводные сооружения и оборудование следует выбирать с таким расчетом, чтобы их пропускная способность была достаточна для подачи потребителю в любое время такого расхода, который бывает в сутки с наибольшим водопотреблением и в те часы этих суток, когда наблюдается максимальный расход воды.

Расчетный (максимальный в часы наибольшего водопотребления) часовой расход воды, $л/ч$, на хозяйственно-питьевое водоснабжение отдельных жилых, общественных и производственных зданий определяется по формуле:

$$V_{max} = ma_{max} \quad (1.2)$$

где a_{max} – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, $л/час$, на одну единицу для расчета расхода воды (жителя, работника, посетителя, койку в больнице и т.д.) В таблице А2 приложения А свода правил СП30.13330.2016 [1] приведены нормы расхода общей (холодной + горячей) воды в час наибольшего водопотребления, $л/час$, различными потребителями воды.

При отсутствии норм расхода воды в часы наибольшего водопотребления расчетный (в часы наибольшего водопотребления) расход воды V_{max} , $кг/ч$, на хозяйственно-питьевое водоснабжение отдельных жилых, общественных и производственных зданий определяются по среднему за год расходу воды с учетом коэффициентов суточной β_c и часовой $\beta_{ч}$ неравномерности потребления воды по формуле:

$$V_{max}=V_{cp}\beta_c\beta_{ч}, \quad (1.3)$$

При отсутствии опытных данных рекомендуется принимать на хозяйственно-питьевое водоснабжение жилых и общественных зданий

$$\beta_c = 1,2; \beta_{ч} = 1,5 \dots 2,0.$$

Расчет расхода воды на производственные нужды в коммунально-бытовых и производственных зданиях

Режим расхода воды на производственные нужды зданий задается в соответствии с технологией производства. В многих случаях в коммунально-бытовых и промышленных предприятиях вода на производственные нужды расходуется равномерно, т.е. средний и расчетный расходы воды одинаковы.

Расчетный расход воды V_p , л/ч, различными коммунально-бытовыми объектами (бани, прачечные, предприятия общественного питания и др.) и производственными предприятиями при равномерном потреблении воды в часы наибольшего водопотребления, если отсутствуют ведомственные данные, определяется по формуле:

$$V_p = md/T_{см} \quad (1.4)$$

где m - количество единиц для расчета расхода воды (посетителей бань в смену, количество реализованных блюд в смену на предприятиях общественного питания и др.), производительность цеха, предприятия кг/см, т/см, м³/см и т.д.; d - норма расхода воды на одну единицу для расчета расхода воды (на 1 посетителя, на 1 кг сухого белья, на 1 блюдо и т.д.); $T_{см}$ - время смены, час. $T_{см} = 8,0$ ч. Для предприятий общественного питания $T_{см}$ - время работы предприятия в сутки, ч.

На предприятиях общественного питания количество блюд (m), реализуемых за смену, допускается определять по формуле [1]:

$$n = 2,2mzT_{см}k \quad (1.5)$$

где m - количество посадочных мест; z - количество посадок за 1 час, принимаемых для столовых открытого типа и кафе - 2; для столовых студенческих и при промышленных предприятиях - 3; для ресторанов - 1,5; $T_{см}$ - время работы предприятия общественного питания в сутки, ч; k -

коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня, принимаемый: для столовых и кафе - 0,45; для ресторанов - 0,55; для других предприятий общественного питания при обосновании допускается принимать 1,0.

Результаты расчета расходов различными группами потребителей необходимо представить в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Расход воды абонентами

№ здания	Наименование абонента	Потребители		Потребность в воде						
		технологические	бытовые	среднегодовая, л/ч, на нужды:			в часы наиб. водопотребления, л/ч, на нужды:			
				технологические	бытовые	итого	технологические	бытовые	итого	

1.2. Составление трассы и расчетной схемы водопроводной сети

Составление трассы водопроводной сети.

При выборе трассы наружной водопроводной сети учитывают рекомендации:

- главные магистральные линии следует направить по кратчайшему пути к наиболее крупным водопотребителям и водонапорной башне;
- предусмотреть соединительные переемы между магистральными линиями;
- водопроводные линии следует располагать вдоль улиц, по обочинам дорог, параллельно линиям застройки, по возможности, вне асфальтовых и бетонных покрытий;
- дороги и улицы трубопроводы должны пересекать под прямым углом;
- трассу следует прокладывать по наиболее возвышенным точкам рельефа местности.

Составление расчетной схемы сети.

Расчетную схему трубопроводов составляют на основе трассы водопроводной сети.

Схему водопроводной сети разбивают на отдельные участки. Начальные и конечные точки каждого участка называют узлами. Из узлов по трубопроводам вода направляется к нескольким потребителям. Пример расчетной схемы наружной водопроводной сети приведен на рисунке 1.1. На схеме римскими цифрами выделены расчетные участки водопроводной сети. На полке-выноске над полкой указывают расчетный расход воды на этом участке, под полкой – длину участка в м. Кругочками показано расположение потребителей воды, рядом – их номера.

Вода может транспортироваться по трубопроводам расчетного участка как с частичным ее отбором по пути движения, так и без отбора. Расход, отбираемый из трубопровода участка в уряде промежуточных точек, называется путевым или попутным расходом. Расход, подаваемый по трубам без отбора на расчетном участке, называется транзитным расходом.

Если нет путевого расхода на данном расчетном участке трубопровода (т.е. есть только транзитный расход, рис. 1.1), то расчетный расход воды V_p (л/с) на данном участке равен сумме максимальных расходов воды всеми потребителями, которым вода поступает через данный участок.

Например, расчетный расход воды на участке II равен сумме максимальных расходов воды потребителями 3 и 4, а расчетный расход воды на участке VII равен сумме максимальных расходов воды всеми потребителями.

Если есть путевые расходы, то расчетный расход V_p участка, подающий по нему путевой и одновременно транзитный расходы, определяют по формуле:

$$V_p = V_m + \alpha \cdot V_{II} \quad (1.6)$$

где α – коэффициент, зависящий от соотношения величины транзитного и путевого расходов и от степени равномерности (по длине) забора воды из линии.

Среднее значение $\alpha = 0,5-0,55$.

Например, путевой расход воды на участке VI (рис. 1.2) к потребителю 9 составляет 0,35 л/с, а транзитный расход к потребителю 10 – 1,5 л/с. Тогда, расчетный расход воды на расчетном участке VI составит:

$$V_p = 1,5 + 0,5 \cdot 0,35 = 1,675 = 1,68 \text{ л/с.}$$

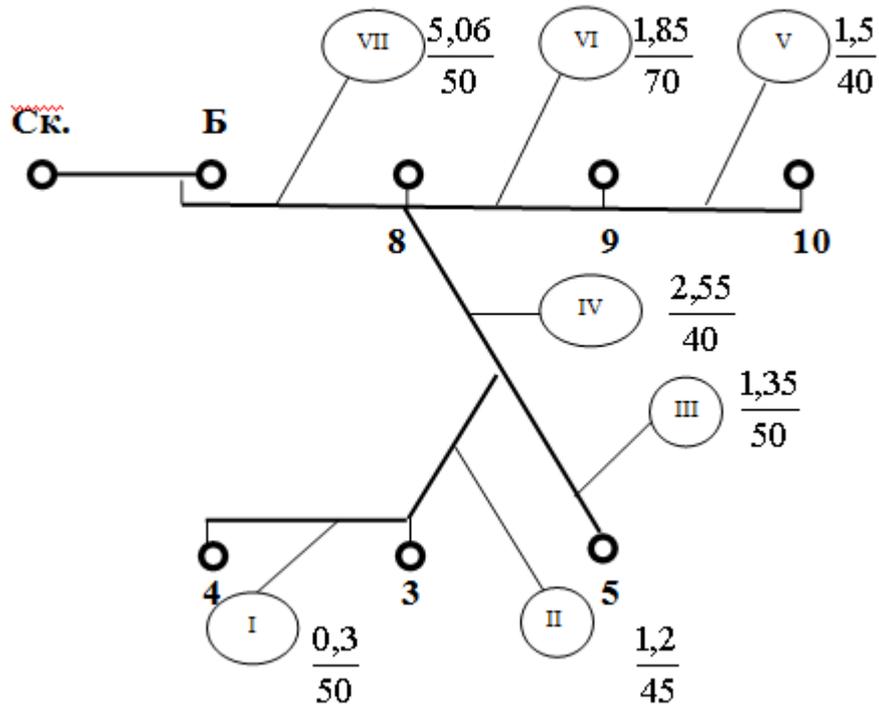


Рисунок 1.1. Расчетная схема водопроводной сети с транзитными участками.

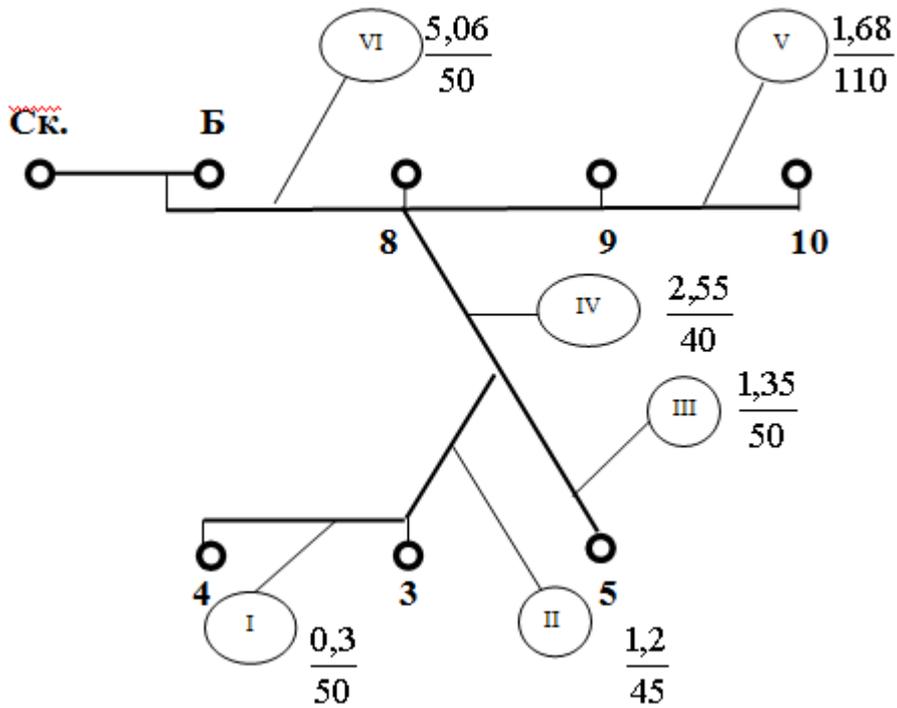


Рисунок 1.2. Расчетная схема водопроводной сети с участком с путевым расходом воды на участке VI.

1.3. Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в определении экономичных диаметров труб и потерь напора для преодоления сопротивления в трубах при пуске по ним расчетных расходов воды. При заданных расходах диаметр одновременно определяет и величину потерь напора в них: чем меньше диаметр, тем больше потери, и наоборот, чем больше диаметр, тем потери будут меньше. Знание потерь напора в трубопроводах необходимо для дальнейшего подбора оборудования системы водоснабжения.

Для строительства водопроводной сети используют стальные, чугунные, асбестоцементные, железобетонные и пластмассовые трубы. В последнее время при строительстве водопроводных сетей используют преимущественно пластмассовые трубы, имеющие ряд преимуществ (коррозионная стойкость, гладкая поверхность и др.).

Расчет диаметров и подбор трубопроводов водопроводных сетей

После установления расчетных расходов воды по участкам водопроводной сети определяют расчетные диаметры труб (d_p , м) каждого из участков водопроводной сети. Диаметры труб определяют по расчетному расходу воды на каждом участке, задавшись оптимальной скоростью движения воды в трубе.

По СП 31. 1333.2012 скорость движения воды в напорных трубах должна находиться в следующих пределах: для труб диаметром до 250 мм – от 0,8 до 2,0 м/с; для труб диаметром свыше 250 мм до 800 мм – от 1,0 до 3,0 м/с. Согласно СП 30. 1333.2012 п. 5.6.6 при расчете диаметров рекомендуется скорость движения воды в трубопроводах брать 1.2 м/с.

Расчетный диаметр d_p (м) каждого из участков водопроводной сети определяют исходя из условия неразрывности потока воды в трубе. Тогда при установившемся режиме течения воды ее расход можно определить из выражения:

$$V_p/10^3 = F \vartheta \quad (1.7)$$

где ϑ - скорость движения воды в трубе, м/с; F- площадь поперечного сечения трубы по внутреннему диаметру, м²; V_p - расчетный расход воды на этом участке водопроводной сети, л/с.

Выразив площадь поперечного сечения трубы, m^2 , через ее внутренний диаметр, m , расчетный расход воды в $л/с$, получим:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot V_p}{\pi \cdot v \cdot 1000}} \quad (1.8)$$

Затем из сортамента труб, выпускаемых промышленностью (таблица 1.2), следует выбрать ближайший по значению фактический внутренний диаметр d_ϕ , m , трубопровода и определить фактическую скорость движения воды, m/c , на участке по формуле:

$$v_\phi = 4V_p / 1000 \pi d_\phi^2 \quad (1.9)$$

Таблица 1.2. Трубы водопроводные напорные из полиэтилена (ГОСТ 18 599-2001)

Номинальный наружный диаметр, мм	Рабочее давление до 0,63 МПа		Рабочее давление до 1,0 МПа	
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм
1	2	3	4	5
25	-	-	2,0	21,0
32	2,0	28,0	2,4	27,2
40	2,3	35,4	3,0	34,0
50	2,9	44,2	3,7	42,6
63	3,6	55,8	4,7	53,6
75	4,3	66,4	5,6	63,8
90	4,3	81,4	6,7	76,6
110	5,3	99,4	8,1	93,8
125	6,0	113,0	9,2	106,6
140	6,7	126,6	10,3	119,4
160	7,7	144,6	11,8	136,4
180	8,6	162,8	13,3	153,4
200	9,6	180,8	14,7	170,6

225	10,8	203,4	16,6	191,8
250	11,9	226,2	18,4	213,2
280	13,4	253,2	20,6	238,8

Учитывая, что с течением времени эксплуатации диаметры труб вследствие зарастания отложениями уменьшаются, не рекомендуется применять для магистральных трубопроводов внешних водопроводных сетей трубы диаметром меньше 100 мм. Для ответвлений от магистральных трубопроводов можно использовать трубы меньшего диаметра.

Результаты расчетов следует представить в табличной форме (см. таблицу 1.3)

Таблица 1.3. Диаметры труб по участкам водопроводной сети.

№ участка	Длина участка, м.	Расход воды, л/с			d _p , м	d _ф , мм
		транзитный <i>V_m</i>	путевой <i>V_n</i>	расчетный <i>V_p</i>		
1						

Расчет потерь напора в трубопроводах водопроводной сети

Давление, выраженное в линейных единицах измерения, называется **напором** давления или пьезометрическим напором.

Вода, подготовленная на очистных сооружениях, накапливается в баках чистой воды и забирается из них насосной станцией II подъема для подачи потребителям. Эта станция должна обеспечивать подачу воды не только в требуемом количестве, но и под определенным напором, поскольку разбор воды большинством потребителей происходит на некоторой высоте над поверхностью земли и поэтому в водопроводной сети должен быть обеспечен напор, необходимый для подъема воды на эту высоту и компенсации потерь напора в водопроводной сети. Поэтому при выборе оборудования (водоподъемных установок, водонапорных сооружений и др.) необходимо знать потери напора в водопроводной сети.

Потери напора подразделяются на два вида: потери на трение по длине трубопровода и потери в местных сопротивлениях (задвижки, краны, отводы и т.п.).

Потери напора на трение по длине в водопроводных трубах можно рассчитать по следующей зависимости:

$$h_L = \frac{\lambda \cdot g_0^2 \cdot L}{2 \cdot g \cdot d_{вн}} \quad (1.10)$$

где h_L – потери напора на трение по длине трубопровода, м; λ , – коэффициент гидравлического сопротивления, зависящий от материала труб, шероховатости их стенок и диаметра (для стальных труб диаметром до 1000 мм $\lambda = 0,03$, для труб из полиэтилена принимают $\lambda = 0,01 \dots 0,02$); g – фактическая скорость движения воды в трубах, м/с; L – длина участка трубопровода, м; $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубопровода, м; g – ускорение силы тяжести, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Потери напора на единицу длины трубопровода (на 1 м или 1000 мм) называются гидравлическим уклоном i , подсчитываются по формуле:

$$i = \frac{h_L}{L} = \frac{\lambda \cdot g^2}{2 \cdot g \cdot d_{вн}} \quad (1.11)$$

Потери напора на трение на всем расчетном участке определяют, умножая найденное значение i на длину участка:

$$h_L = i \cdot L \quad (1.12)$$

Гидравлический уклон легко определить по номограммам для расчета трубопроводов из полимерных материалов, приведенным в СП 40 – 102 – 200 (рис.1.3).

Потери напора, h_m , в местных сопротивлениях определяют по выражению:

$$h_m = \sum \xi \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g} \quad (1.13)$$

где $\sum \xi$ – сумма безразмерных коэффициентов местных сопротивлений на данном участке (таблица 1.4).

Результаты расчетов следует представить в табличной форме (см. табл. 1.5).

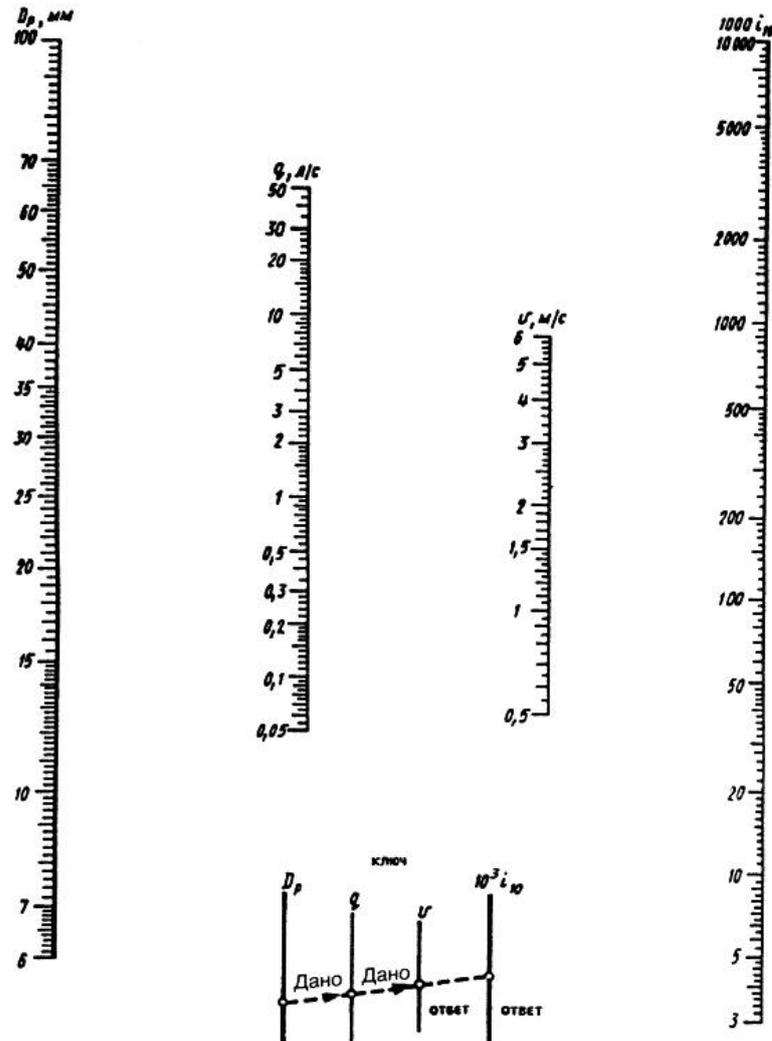


Рисунок 1.3. Номограмма для расчета трубопроводов из полимерных материалов диаметром 6 – 100 мм. (СП 40 – 102 – 200, приложение В).

Таблица 1.4. Коэффициенты местных сопротивлений

№ п/п	Вид местного сопротивления	Коэффициент сопротивления ξ
1	Задвижка при среднем открытии	2,0
2	Задвижка открытая	0,1
3	Кран	5...7
4	Поворот трубы без переходного закругления на угол 90°	1,27..1,5
5	Плавное закругление труб при угле 90°	0,5
6	Выход из труб в сосуд больших размеров	1,0
7	Вход во всасывающую коробку с обратным клапаном	5...10

Таблица 1.5. Результаты гидравлического расчета трубопроводов водопроводной сети

№ участка	Длина участка, м.	Расч. расход воды, л/с	Диаметр трубы, d_{ϕ} , мм	Потери напора, м, на участках расчетной магистрали			
				h_L	$\sum \xi$	h_M	$\sum h = h_L + h_M$
1							

Средние значения коэффициентов некоторых видов местных сопротивлений для различных случаев приведены в таблицеб.

Полные потери напора, м, на участке трубопровода определяют суммой потерь напора на трение по длине и потерь напора в местных сопротивлениях:

$$h = h_L + h_m \quad (1.14)$$

1.4. Выбор оборудования водопроводной сети

1.4.1. Выбор водонапорного сооружения

Водонапорные сооружения служат для создания напора, хранения запасов и регулирования подачи воды в водонапорную сеть. Они бывают с возвышенным напорным баком (водонапорные башни), из которого вода поступает ко всем потребителям самотеком, и с воздушно-водяным котлом, из которого вода к пунктам потребления подается давлением сжатого воздуха (безбашенные установки). В башенных установках емкость называется водонапорным баком, а в безбашенных – котлом.

Выбор водонапорной башни

Водонапорные башни проектируют, как правило, без шатров, со стальными водонапорными баками, опорами (колоннами) из железобетона, кирпича или стали, фундаментами из сборного или монолитного железобетона.

При проектных расчетах водонапорную башню выбирают по требуемой емкости бака и высоты его расположения над поверхностью земли.

Объем бака водонапорной башни складывается из регулирующего объема воды (для компенсации часовой неравномерности потребления воды потребителями и сглаживания графика подачи воды насосами 2-й ступени) и неприкосновенного запаса воды на случай тушения пожара (если противопожарный запас воды хранится в баке башни), то есть:

$$V_6 = V_p + V_n \quad (1.15)$$

Потребный регулирующий объем бака водонапорной башни V_p м³, определяют по формуле:

$$V_p = 0,1 \cdot \beta_{\text{ч}} \cdot \frac{\sum V_{\text{сут}}}{n} \quad (1.16)$$

где $\beta_{\text{ч}}$ – максимальный коэффициент часовой неравномерности потребления воды; $\sum V_{\text{сут}}$ – суммарный суточный расход воды, м³, всеми потребителями; n - допустимое число включений насосов 2-го подъема или скважинного насоса (если нет очистных сооружений) в час ($n = 2 \dots 4$ включения в час).

Суточный расход воды следует определить как сумму суточных расходов всех потребителей с учетом *среднегодовых* часовых расходов и *продолжительности потребления* воды в сутки, то есть:

$$\sum V_{\text{сут}} = \sum V_j T_j / 1000, \quad (1.17)$$

где V_j и T_j , - средняя за год часовая потребность в воде j -го потребителя, л/ч, и продолжительность потребления воды, час в сутки, j -м потребителем.

Максимальный коэффициент часовой неравномерности потребления воды в системе водоснабжения вычисляют по формуле:

$$\beta_{\text{ч}} = V_{\text{max}} / V_{\text{cp}}, \quad (1.18)$$

где V_{max} - максимальный в час наибольшего водопотребления часовой расход воды, л/ч; V_{cp} – средний за год часовой расход воды V_{cp} , л/ч,

Неприкосновенный запас воды в баке, м³ рассчитывается из условия тушения одного внутреннего и одного наружного пожара в течение $T=10$ минут = 1/6 часа (10 минут – время необходимое для включения пожарных насосов и поступления воды для тушения пожара в сеть) определяют по формуле [5]:

$$V_{\text{п}} = 3,6 (v_{\text{вн}} + v_{\text{нн}}) T, \quad (1.19)$$

где $v_{\text{вн}}, v_{\text{н}}$ - расход воды на тушение одного внутреннего и одного наружного пожара, л/с.

В таблицах 5...8 СНиП 2.04.02-84 [3] приведены нормы расхода воды на тушение *наружных* пожаров различных зданий, в таблицах 1* и 2 СНиП 2.04.01-85*[4] приведены нормы расхода воды на тушение *внутренних* пожаров различных зданий.

Полная вместимость бака определяется по формуле:

$$V_{\text{бп}} = B V_{\text{р}} + V_{\text{п}}, \quad (1.20)$$

где B – коэффициент вместимости бака.

Если подача насоса меньше расчетного расхода воды, то $B = 1,1$. При повторно – кратковременном режиме работы насоса $B = 1,2...1,3$

После определения полной вместимости бака водонапорной башни его привязывают к типовому проекту (таблица 14 [5]) и окончательные размеры бака берут по данным выбранного типового проекта с близкими к расчетным параметрами.

По СНиП 2.09-03-85 водонапорные башни проектируют с баками вместимостью 15, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 500 и 800 м³. Высоту опор (от уровня земли до верха опоры бака) для башен с баками вместимостью от 15 до 50 м следует назначать кратной 3 м, с баками вместимостью 100 м и более - кратной 6 м.

При размерах опорной конструкции высотой 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 метров баки изготавливают вместимостью 25 и 50 м³. При размерах опоры водонапорной башни высотой 12, 18, 24, 30, 36, 42 м резервуары изготавливают вместимостью 150...800 м³.

При отсутствии в типовых проектах баков с вместимостью, близкой к расчетной, размеры бака (высоту и диаметр) определяют из соотношений:

$$V_{\text{бп}} = H_{\text{б}} \cdot \pi D_{\text{б}}^2 / 4, \quad \text{принимают } H_{\text{б}} / D_{\text{б}} = 0,6...1,0 [5],$$

где $H_{\text{б}}, D_{\text{б}}$ – высота и диаметр бака.

Высоту водонапорной башни, т.е. расстояние от поверхности земли до дна бака (рисунок 1.4), определяют исходя из условия, чтобы при подаче воды из башни к "диктующей" точке был обеспечен требуемый свободный напор в этой точке при самом низком уровне воды в баке.

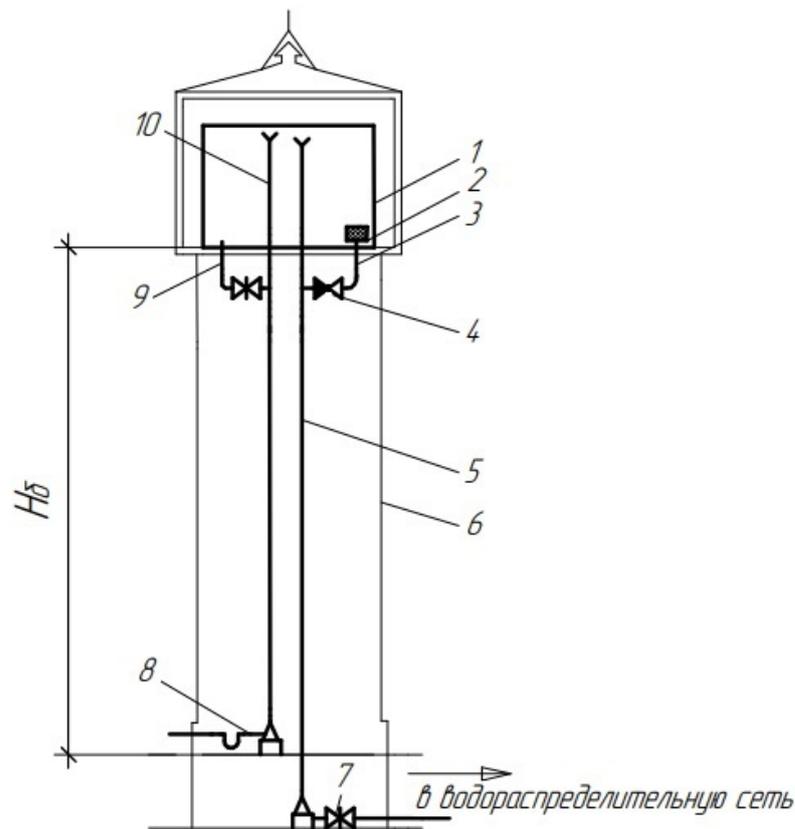


Рисунок 1.4. Схема водонапорной башни: 1 – бак; 2 – приемная сетка; 3 – отводящий отросток; 4 – обратный клапан; 5 – подводяще-отводящая труба; 6 - опорная конструкция; 7 – задвижка; 8 – гидравлический затвор; 9 – сливной отросток; 10 – переливная труба

Установив для "диктующей" точки необходимый свободный напор, можно определить требуемую высоту водонапорной башни до дна бака, м, то есть высоту ствола башни, по формуле:

$$H_{\text{б}} = h_{\text{св}} + \sum h - (Z_{\text{б}} - Z_{\text{д}}), \quad (1.21)$$

где $h_{\text{св}}$ - свободный напор в диктующей точке, м; $\sum h$ - суммарный напор на участках сети, расположенных по пути движения воды от башни до "диктующей" точки, м; $Z_{\text{б}}$ и $Z_{\text{д}}$ - отметки поверхности земли в месте расположения водонапорной башни и "диктующей" точки, м.

Величина свободного напора зависит от этажности здания потребителя в «диктующей» точке и определяется по формуле:

$$h_{\text{св}} = 10 + 4(n - 1), \quad (1.22)$$

где n – этажность здания в «диктующей» точке.

Расчет параметров воздушно-водяного котла (гидропневматического бака) системы водоснабжения

При подборе гидропневматического бака (воздушно-водяного котла) системы водоснабжения необходимо определить регулирующий и полные объёмы бака, минимально допустимое P_{\min} (в момент включения насоса) и максимальное P_{\max} (в момент выключения насоса) манометрическое давление в котле.

Регулирующий объем котла, m^3 , определяют по формуле:

$$V_p = \frac{\sum V_{\text{сут}}}{4 \cdot n \cdot h_n} \quad (1.23)$$

$\sum V_{\text{сут}}$ – суммарный суточный расход воды, m^3 , всеми потребителями; n – допустимое число включений насосов в час (до 12 в час); h_n – напор включения насоса, м.

Напор включения насоса h_n , м, должен соответствовать требуемому минимальному напору, м, воды в котле и определяется по формуле :

$$h_n = h_{\text{св}} + \sum h - (Z_6 - Z_{\text{д}}),$$

где $h_{\text{св}}$ – свободный напор в «диктующей» точке, м; $\sum h$ – сумма потерь напора на участках сети, расположенных по пути движения воды от башни до «диктующей» точки, м; Z_6 и $Z_{\text{д}}$ – отметки поверхности земли в месте расположения водонапорной башни и «диктующей» точки, м.

Суточный расход воды следует определить как сумму суточных расходов всеми потребителями с учетом *среднегодовых* часовых расходов, л/ч, и *продолжительности потребления* воды в сутки, час.

Если в котле хранится неприкосновенный запас воды для тушения пожара, то его объем определяется по формуле:

$$V_k = V_p + V_{\text{пож}},$$

где $V_{\text{пож}}$, – объем воды для тушения пожара, m^3 .

Полная вместимость бака определяется по формуле:

$$V_{\text{бп}} = B / (1 - A) V_p + V_{\text{п}}, \quad (1.24)$$

где B – коэффициент вместимости бака, $A = P_{\min}/P_{\max}$.

Коэффициент $A=0,75$ для установок с напором до 50 м и $A=0,7$ для установок с напором свыше 50 м. Коэффициент $B = 1,1$ при подаче насоса меньше расчетного расхода воды, при повторно – кратковременном режиме работы насоса $B = 1,2 \dots 1,3$.

Минимальное допустимое давление, кПа, в котле в момент включения насоса составит:

$$P_{\min}=9.81 \cdot H_{\text{к}} = 9,81[h_{\text{св}} + \sum h - (Z_{\text{б}} - Z_{\text{д}})] \quad (1.25)$$

Максимальное давление в котле в момент выключения насоса, кПа, определяют из выражения:

$$P_{\max.} = P_{\min}/A \quad (1.26)$$

1.4.2. Выбор насосной станции

Вода поднимается из водозаборного сооружения и передается к напорным устройствам и потребителю насосной станцией, где для этой цели установлены насосы или водоподъемники.

В системах водоснабжения применяют все типы водоподъемников, но наиболее распространены насосы лопастного типа.

Основными данными, по которым выбирают насосы для системы водоснабжения, являются: **производительность (подача)** и **напор**.

Параметры, характеризующие работу насоса взаимосвязаны. Графическая зависимость напора, мощности на привод насоса, КПД от подачи при постоянной частоте вращения рабочего колеса, вязкости и плотности жидкости на входе в насос называется рабочей характеристикой насоса.

На рисунке 1.5 представлена рабочая характеристика центробежного насоса. При увеличении напора подача уменьшается, и наоборот. При этом соответственно меняются коэффициент полезного действия насоса и потребная мощность на его привод.

Значение коэффициента полезного действия с увеличением подачи вначале возрастает, достигает своего максимального значения для данной марки насоса при определенной подаче, а затем при увеличении подачи уменьшается.

Оптимальный режим работы насоса соответствует подаче Q и напору H при наивысшем КПД. Однако наивысшее значение КПД соответствует одной подаче $Q_{\text{опт}}$. Эксплуатировать насос на одной подаче не представляется возможным. Поэтому по кривой $\eta = f(Q)$ выбирается диапазон подач от Q_1 до Q_2 , при которых КПД насоса имеет достаточно высокие значения. На практике допускается снижение КПД на 7-10 % против наивысшего значения для данного насоса. Этот диапазон подач называется рабочей зоной насоса, а соответствующие этим подачам напоры H_1 и H_2 ограничивают рабочую часть напорной характеристики насоса.

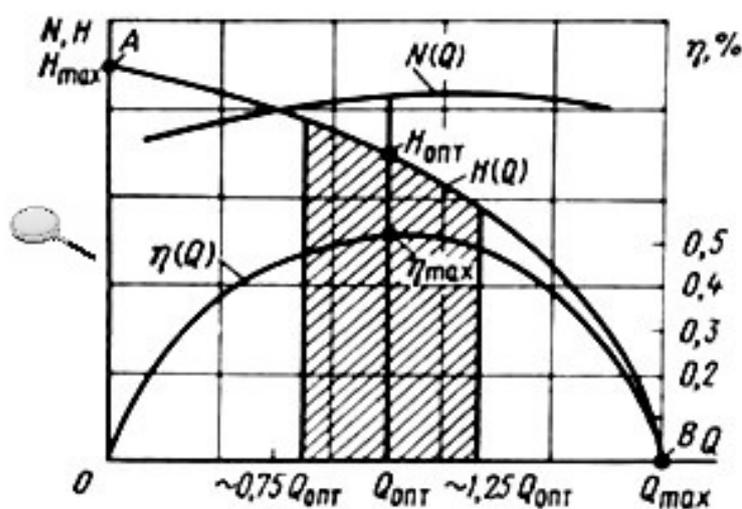


Рисунок 1.5. Рабочая характеристика центробежного насоса (теоретическая)

Производительность насосной станции, $m^3/ч$, при равномерной подаче воды рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{н.с}} = \frac{\alpha \cdot \sum V_{\text{maxсут}}}{T'}, \quad (1.27)$$

где α - коэффициент, учитывающий расход воды на промывку фильтров, $\alpha=1,08... 1,1$; T' - продолжительность работы насосной станции в сутки, ч; ($T= 8; 16$); $\sum V_{\text{maxсут}}$ - максимальный суммарный суточный расход воды всеми потребителями в сутки наибольшего водопотребления, $m^3/сут$,

Максимальный суточный расход воды в системе водоснабжения, $m^3/сут$, определяется с учетом суточной неравномерности потребления воды:

$$\sum V_{\text{maxсут}} = \sum V_{\text{сут}} \cdot \beta_c, \quad (1.28)$$

$\Sigma V_{\text{сут}}$ – среднесуточный расход воды, м³/сут; β_c – коэффициент суточной неравномерности потребления воды, принимают в проектных расчетах $\beta_c = 1,1 \dots 1,3$.

Полный напор насоса $H_{\text{п}}$, м, должен обеспечивать преодоление высоты напора $h_{\text{н}}$ (расстояния от центра насоса до наивысшей точки подъема воды насосом), высоты всасывания $h_{\text{в}}$ (расстояния от уровня воды в источнике до оси насоса) и сопротивлений (потерь напора) $h_{\text{пн}}$ и $h_{\text{пв}}$ соответственно в нагнетательном и всасывающем трубопроводах., то есть:

$$H_{\text{п}} = h_{\text{н}} + h_{\text{в}} + h_{\text{пн}} + h_{\text{пв}}, \quad (1.29)$$

Полный напор (м) насоса можно определить упростив формулу (1.29) по формуле:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{г}} + h_{\text{пв}} + h_{\text{пн}}, \quad (1.30)$$

где $H_{\text{г}}$ – геометрическая высота подачи (высота всасывания + высота подъема), м; $h_{\text{пв}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, м; $h_{\text{пн}}$ – потери напора в нагнетающем трубопроводе, м.

Геометрическая высота подачи будет складываться из 2 составляющих: расстояния от поверхности воды до оси насоса и от оси насоса до верхнего уровня воды в баке водонапорной башни или резервуара. Для **погружных**, в том числе **скважинных** насосов, геометрическая высота подачи в системах водоснабжения без очистки воды будет складываться из 2 составляющих: расстояния от уровня воды в скважине до поверхности земли и от поверхности земли до **верхнего** уровня воды в баке водонапорной башни (рис.1.4). Расстояние от поверхности земли до **верхнего** уровня воды в баке также будет складываться из 2 составляющих: расстояния от поверхности земли до дна бака $H_{\text{б}}$ водонапорной башни и высоты столба воды в баке башни $H_{\text{в}}$.

Высоту столба воды в баке башни $H_{\text{в}}$, м, принимают по типовому проекту водонапорной башни или определяют из выражения:

$$V_{\text{бп}} = H_{\text{в}} \cdot \pi D_{\text{б}}^2 / 4, \quad (1.31)$$

где $V_{\text{бп}}$ – полная вместимость бака башни, м³; $D_{\text{б}}$ – диаметр бака, м. Принимают $H_{\text{в}}/D_{\text{б}} = 0,6 \dots 1,0$. [5].

Выразив $D_{\text{б}}$ через $H_{\text{в}}$ и подставив в формулу (1.18), находят высоту столба воды в баке башни $H_{\text{в}}$.

Полный напор насоса $H_{п}$, м, в системах водоснабжения с пневматическим баком должен обеспечивать преодоление напора, соответствующего максимальному давлению P_{max} в баке $h_{б}$, высоты всасывания $h_{в}$ (расстояния от уровня воды в источнике до оси входного патрубка в котел, рисунок 1.6) и потерь напора во всасывающем $h_{пв}$ трубопроводе, то есть:

$$H_{п} = h_{б} + h_{в} + h_{пв} = P_{max}/9,81 + h_{в} + h_{пв} \quad (1.32)$$

где P_{max} – максимальное давление в котле в момент выключения насоса, кПа.

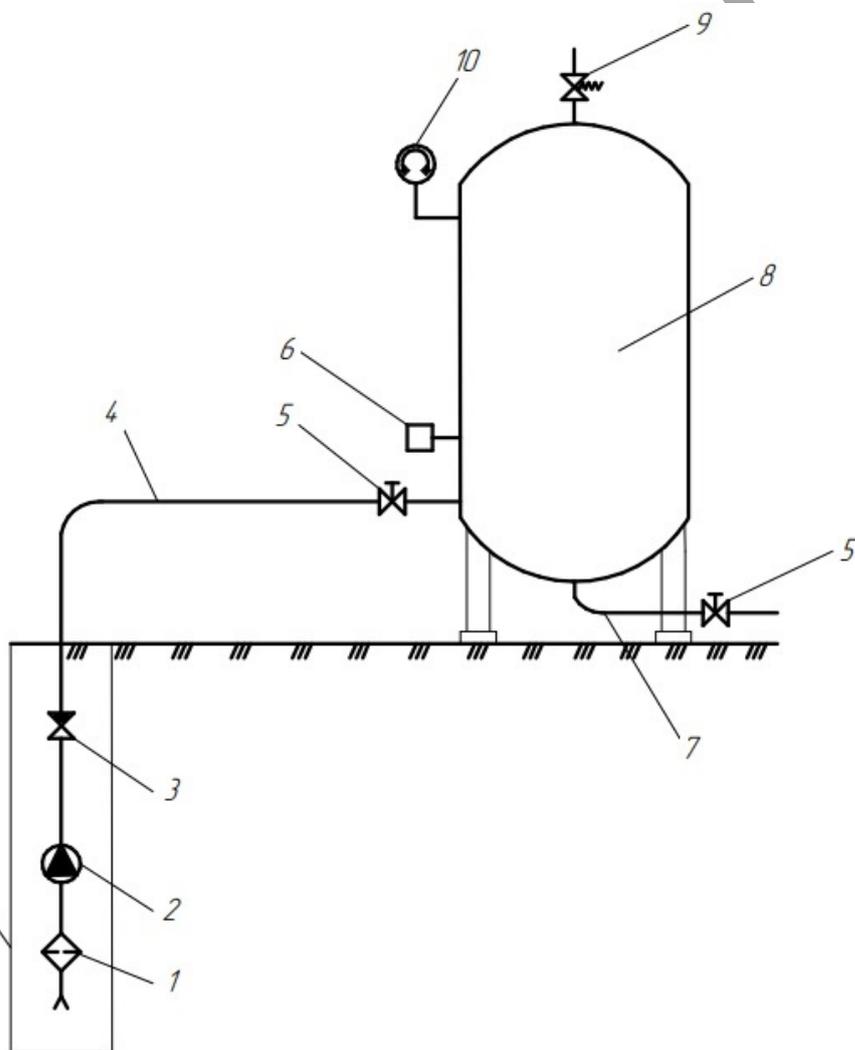


Рисунок 1.6. Схема автоматической водонапорной установки с погружным насосом: 1 – фильтр; 2 – погружной насос; 3 – обратный клапан; 4 – напорный трубопровод; 5 – задвижки; 6 - комбинированный регулятор запаса воздуха; 7 - водоразборный трубопровод; 8 – пневматический котел; 9 – предохранительный клапан; 10 – реле давления; 11 – скважина

Потери напора во всасывающем $h_{гв}$ и нагнетающем $h_{гн}$ трубопроводах для упрощения расчетов можно принять равными $0,05 \cdot$ отгеометрической высоты подачи, тогда формула примет вид:

$$H_n = 1,05 \cdot H_z \text{ и } H_{п} = P_{max}/9,81 + 1,05h_{в} \quad (1.33)$$

Из каталога завода – производителя следует выбрать насос с наиболее близкими к расчетным номинальными значениями производительности (подачи) и напора. При этом расчетные значения подачи и напора должны быть в рабочем диапазоне этих параметров выбранного насоса.

Мощность, Вт, затрачиваемая на привод насоса определяется по формулам:

$$N = \frac{P_n \cdot V_{nc}}{3600\eta} = \frac{g\rho V_{nc} H_{п}}{3600\eta}, \quad (1.34)$$

где V_{nc} – подача насоса, м³/ч; P_n – давление, развиваемое насосом, Па; $H_{п}$ – полный напор насоса, м; η – коэффициент полезного действия насоса; ρ – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

КПД насоса, для центробежных насосов принимают равен $0,4...0,6$, для вихревых - $0,25...0,55$. При наличии в приводе насоса передачи (клиноременной и др.) в знаменатель формул (1.21) следует добавить $\eta_{п}$ – КПД передачи $\eta_{п} = 0,95...0,97$.

Для систем водоснабжения с воздушно-водяным котлом $P_n = P_{max}$ – давление в гидропневматическом баке, при котором отключается насос.

2. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Расчет характеристик газообразного топлива».

Для состава газа, определяемого из среднего компонентного состава природного газа в зависимости от месторождения, необходимо рассчитать характеристики газообразного топлива.

Теплотворная способность газа – количество теплоты, которое может быть получено при полном сгорании 1 м³ газа при нормальных условиях.

Различают высшую и низшую теплотворность топлива.

Высшая теплотворная способность газа – количество теплоты, полученное при полном сгорании 1 м³ газа, включающее в себя теплоту, выделяющуюся при конденсации водяных паров продуктов сгорания.

Низшая теплотворность газа – количество теплоты, полученное в процессе горения, без учета теплоты конденсации водяных паров – продуктов сгорания.

Практически при сжигании газа водяные пары не конденсируются, а удаляются с другими продуктами сгорания, поэтому расчет ведем по низшей теплотворной способности газа.

Теплота сгорания (высшая или низшая) сухого газообразного топлива (газа) определяется по формуле

$$Q^c = \frac{(Q_1 x_1 + Q_2 x_2 + \dots + Q_k x_k)}{100}, \quad (2.1)$$

где Q^c – теплота сгорания сухого газа, кДж/м³; Q_1, Q_2, Q_k – теплота сгорания компонентов, составляющих газообразное топливо, кДж/м³ (приложение 1); x_1, x_2, x_3 – объемные доли компонентов, составляющих газообразное топливо, %.

Плотность сухого газа определяют как сумму произведений плотностей компонентов, составляющих газообразное топливо, на их объемные доли:

$$\rho = \frac{(\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2 + \dots + \rho_k x_k)}{100}, \quad (2.2)$$

где ρ – плотность сухого газа, кг/м³; $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_k$ – плотности компонентов (приложение 2), кг/м³.

Относительная плотность сухого газа по воздуху равна:

$$\rho_{\text{отн}}^c = \frac{\rho^c}{\rho_{\text{в}}}, \quad (2.3)$$

где $\rho_{\text{в}} = 1,293$ - плотность воздуха при нормальных условиях, кг/м^3 [6].

Характеристики газообразного топлива сводят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1. Характеристики газообразного топлива при нормальных физических условиях ($T=273,15 \text{ К}$, $P=101,325 \text{ кПа}$)

Теплота сгорания $Q_{\text{н}}^p$, кДж/м^3	Плотность ρ^c , кг/м^3	Относительная плотность, $\rho_{\text{отн}}^c$
1	2	3

2.2. Определение численности населения

Расход газа на коммунально-бытовые и теплофикационные нужды города или посёлка зависит от числа жителей. Если число жителей точно не известно, то приближенно его можно определить по плотности населения на один гектар газифицируемой территории застройки и общую численность населения в населенном пункте.

Количество жителей определяем по формуле

$$n = \frac{SF}{f}, \quad (2.4)$$

где S – площадь квартала, га; F – плотность жилищного фонда, $\text{м}^2/\text{га}$; f – норма жилой площади на 1 жителя, $\text{м}^2/\text{чел}$ (принимается равной по умолчанию $9 \text{ м}^2/\text{чел}$) [7].

Суммируя численность населения каждого квартала, определяют число жителей по зонам застройки и общую численность населения в населенном пункте. Результаты расчетов сводят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2. Результаты расчета численности населения

Номер зоны	Номер квартала по генплану	Площадь квартала S , га	Плотность населения m , чел/га	Число жителей в квартале n , чел.
1				
	ПО 1-Й ЗОНЕ:			
2				
ИТОГО ПО 2-Й ЗОНЕ:				
ВСЕГО:				

2.3. Расчет потребности газа

Расчет потребности газа жилого массива

Годовые расходы газа используются для планирования количества газа, которое необходимо доставить проектируемому населённому пункту, а расчётные (максимально-часовые) – для определения диаметров газопроводов.

Годовые и расчётные расходы газа потребителям определяются несколькими способами: на основании данных проектов газоснабжения, по номинальным расходам газа газовыми приборами или по теплопроизводительности установок, по нормам годового расхода потребителями, по укрупнённым показателям.

Для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения расход газа определяется по строительному объёму отапливаемых и вентилируемых зданий (по укрупнённым показателям).

Расходы газа сосредоточенными потребителями (более на ввод) необходимо определить отдельно для каждого потребителя. При равномерном распределении потребителей с расчётными расходами менее 50 на ввод (жилые и общественные здания) расход газа определяется по жилым кварталам в целом.

Способ определения расхода газа по номинальным расходам новыми приборами применяется в том случае, когда известно количество

устанавливаемых приборов и их типы, – при проектировании внутреннего газоснабжения, квартальных сетей и сетей промышленных предприятий. Номинальные (расчетные) расходы газа газовыми приборами и горелочными устройствами учитываются согласно паспортным данным заводов-изготовителей (приложение 3).

Пересчет номинальных расходов из ккал в нм^3 газа производится по формуле:

$$V = \frac{q}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}}, \text{ нм}^3/\text{ч}. \quad (2.5)$$

Если известна теплопроизводительность установки,

$$V = \frac{q}{\eta Q_{\text{H}}^{\text{P}}}, \text{ нм}^3/\text{ч}. \quad (2.6)$$

Расчетный расход несколькими приборами определяется по формуле

$$V = \sum_{i=1}^m K_0 \frac{q_i}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}} n_i \text{ нм}^3/\text{ч}. \quad (2.7)$$

где q_i – номинальный расход газа одним или несколькими приборами (приложение 3); n_i – количество однотипных приборов или групп приборов; m – количество типов или групп приборов; K_0 коэффициент одновременности действия для однотипных приборов или групп приборов (приложение 4); Q_{H}^{P} – низшая теплота сгорания газа, ккал/ нм^3 ; Q – теплопроизводительность установки, ккал/ч; η – к.п.д. установки.

Способ определения расхода газа по годовым нормам применяется для равномерно распределённых потребителей, когда количество устанавливаемых приборов неизвестно.

Годовое потребление газа подсчитывается для определённых объектов, а затем суммируется по группам. Условно принято выделять такие группы:

- 1) расход газа населением в кварталах жилых домов для приготовления пищи и горячей воды;
- 2) расход газа предприятиями коммунального хозяйства и общественными зданиями (бани, больницы, механизированные прачечные, хлебозаводы, котельные);

3) расход газа на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий;

4) расход газа промышленностью.

Годовой расход газа определяется по формуле:

$$V = \frac{q}{Q_H^p} N_i \text{ нм}^3/\text{год}, \quad (2.8)$$

где q - норма расхода газа на расчётную единицу, ккал/год; N_i - количество расчётных единиц потребления; Q_H^p - низшая теплота сгорания, кДж / нм³. Годовые нормы расхода газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды приведены в приложении 5.

Расчетный расход газа определяется как доля годового расхода:

$$V = K_m V \text{ нм}^3/\text{ч}, \quad (2.9)$$

где K_m – коэффициент часового максимума (приложения 6, 7) [8].

Расчет годового потребления природного газа в квартирах производится с учетом степени охвата населения газоснабжением и типа потребителя по формуле:

$$V_k = \frac{Y_k N (q_{k1} z_1 + q_{k2} z_2 + q_{k3} z_3)}{Q_H^p}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.10)$$

где Y_k - степень охвата населения газоснабжением; N - общая численность населения, чел; z_1, z_2, z_3 - доля населения, проживающая в квартирах, имеющая: централизованное горячее водоснабжение, газовый водонагреватель, централизованное горячее водоснабжение и газовый водонагреватель соответственно; q_{k1}, q_{k2}, q_{k3} - нормы расхода тепла для нужд газоснабжения различными потребителями, ккал/чел·год.

Сумма долей:

$$z_1 + z_2 + z_3 = 1 \quad (2.11)$$

Нормы расхода тепла для нужд газоснабжения различными потребителями, ккал/чел·год, принимаются по приложению 5.

При проведении укрупненных расчетов потребления природного газа городом, например, при составлении проектов генеральных планов городов

и населенных пунктов, СНиП 2.04.08 - 87 допускает применять укрупненные показатели газового потребления в м³/год. чел. Рекомендуются следующие укрупненные показатели газопотребления в м³/год.чел. (нормы рассчитаны для природного газа с теплотой сгорания в 34 МДж/м³ (8000 ккал/м³)):

- при наличии централизованного горячего водоснабжения – 100;
- при горячем водоснабжении от газовых водонагревателей – 250;
- при отсутствии всяких видов горячего водоснабжения – 125 (для сельской местности – 165) [7].

Расчет потребности газа коммунальными и общественными предприятиями

Годовой расход газа на прачечные определяется по формуле:

$$V_{\text{п}} = \frac{Y_{\text{к-б}} H_{\text{б}} N q_{\text{п}} z_{\text{п}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}, \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (2.12)$$

где $H_{\text{б}} = (100 \div 140)$ - норма накопления белья, т/чел. год; $z_{\text{п}}$ - степень охвата населения прачечными; $Y_{\text{к-б}}$ - степень охвата коммунально-бытовых объектов газоснабжением; $q_{\text{п}}$ - норма расхода тепла для нужд газоснабжения прачечными, ккал/т.сухого белья, принимается по приложению 5.

Годовой расход природного газа банным предприятием:

$$V_{\text{б}} = \frac{52 Y_{\text{к-б}} N q_{\text{б}} z_{\text{б}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}, \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (2.13)$$

где 52 - количество помывок в год, пом./год; $z_{\text{б}}$ - степень охвата населения банями; q - норма расхода теплоты на одну помывку, ккал/помывку, принимается по приложению 5.

Годовой расход природного газа учреждениями здравоохранения:

$$V_{\text{у.з.}} = \frac{K Y_{\text{к-б}} N q_{\text{у.з.}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}, \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (2.14)$$

где K - количество больничных коек на 1000 жителей; $q_{y.z.}$ - норма расхода теплоты учреждениями здравоохранения (больницами) на приготовление пищи и горячей воды (приложение 5).

Годовой расход природного газа предприятиями общественного питания определяется по формуле:

$$V_{o.p.} = \frac{360Y_{к-б} Nq_{o.p.} z_{o.p.}}{Q_H^p}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.15)$$

где $z_{o.p.}$ - степень охвата столовых и ресторанов газоснабжением; $q_{o.p.}$ - норма расхода теплоты на приготовление обеда и завтрака (или ужина) (приложение 5).

Годовой расход природного газа хлебозаводом (пекарней):

$$V_x = \frac{360Y_{к-б} Nq_x z_x}{Q_H^p}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.16)$$

где 365 - количество суток в году, сут.; q_x - норма расхода теплоты на выпечку хлеба различных сортов (приложение 5).

Годовые расходы газа на нужды предприятий торговли предприятий бытового обслуживания населения (ателье, мастерские, парикмахерские, магазины и т. д.) принимают в размере 5 % от годового расхода газа, приходящиеся на жилые дома [7]:

$$V_t = 0,05V_k, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.17)$$

Годовое потребление газа коммунальными и общественными потребителями, вносится в таблицу 2.3.

Таблица 2.3. Итоговая таблица расхода газа городом

№ п/п	Потребитель	Охват газоснабжения	Норма расхода газа, ккал	Годовой расход газа, $V_{\text{год}}$ $\text{м}^3/\text{год}$	Коэффициент часового максимума	Часовой расход газа $V_{\text{ч}}$ $\text{м}^3/\text{ч}$
1	Квартиры					
2	Бани					

3	Прачечные					
4	Предприятия общепита					
5	Учреждения здравоохранения					
6	Хлебозаводы					
7	Отопление и вентиляция					
8	Горячее водоснабжение					
9	Котельная					
10	Школы и д/с					
11	Промышленность					
12	и т.д.					
	Итого потребление газа городом составит	-	-	-		

Расход природного газа на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

Годовой расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий определяется по формуле

$$V_{o.v} = \frac{\sum(Q_o + Q_v) N_{от} 24}{Q_n \eta} \text{ м}^3/\text{год.} \quad (2.18)$$

где Q_o и Q_v – максимальные часовые расходы тепла соответственно на отопление и вентиляцию каждого отдельного здания, ккал/ч. Для местных котельных принимается $\eta = 0,8 \div 0,85$; для районных котельных (с учетом к.п.д. тепловых сетей) – 0,8; для квартирного отопления от АГВ – 0,8; для печного отопления – $0,7 \div 0,8$; $N_{от}$ - продолжительность отопительного периода, сут.

Значения Q_0 и Q_v принимаются по типовым проектам зданий. При отсутствии типовых проектов максимальный часовой расход тепла на отопление определяется по удельным отопительным характеристикам зданий по формуле

$$Q_0 = \sum a q_0 (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о}}) V_{\text{н}} \text{ ккал/ч}, \quad (2.19)$$

где q_0 – удельная отопительная характеристика здания, ккал/м³·ч·град (прил. 8); a – коэффициент, учитывающий изменение q_0 в зависимости от $t_{\text{н.о}}$ (прил. 8); $t_{\text{вн}}$ – усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, град (прил. 9); $t_{\text{н.о}}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления, град; $V_{\text{н}}$ – наружный строительный объем отапливаемых зданий, м³.

Для печного отопления зданий (с периодической топкой и аккумуляцией тепла в теплоемких печах) расход тепла составляет 7% суточного расхода и определяется по формуле:

$$Q_0 = 0,07 a q_0 (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о}}) V_{\text{н}} \text{ ккал/ч}. \quad (2.20)$$

Расчетный расход тепла на вентиляцию без ограничения определяется по формуле:

$$Q_v = q_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о}}) V_{\text{н}} \text{ ккал/ч}, \quad (2.21)$$

где q_v – удельная вентиляционная характеристика здания (прил. 10), ккал/м³·ч·град.

Для зданий, в которых применяется вентиляция с ограничением (общественные и коммунальные здания населенных мест, некоторые производственные здания с незначительными выделениями тепла и влаги), расход тепла на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_v = q_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.в}}) V_{\text{н}} \text{ ккал/ч}, \quad (2.22)$$

где $t_{\text{н.в}}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, град.

Значения $t_{\text{н.о}}$ и $t_{\text{н.в}}$ принимаются по СНиП II-A. 6-62.

Строительные объемы зданий (объемы по наружному обмеру без объемов чердака и подвала) принимаются по типовым проектам или определяются по формуле:

$$V_{\text{н}} = n f K \text{ м}^3, \quad (2.23)$$

где n – количество жителей; f – норма жилой площади на жителя, м^2 ; K – коэффициент строительной кубатуры. Коэффициент строительной кубатуры (отношение кубатуры здания к его жилой площади) определяется по проектам типовых серий домов данного района, при их отсутствии принимается $K = 6,0$ [8].

Расход газа на централизованное горячее водоснабжение от котельных определяют по формуле:

$$V_{\text{г.в}} = \frac{Q_{\text{г.в}} N_{\text{гв}} 24}{Q_{\text{н}}^p \eta_{\text{г.в}}} \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.24)$$

где $Q_{\text{г.в}}$ – расход тепла на централизованное горячее водоснабжение, ккал/ч ; $\eta_{\text{г.в}}$ – КПД котельной, можно принять $\eta_{\text{г.в}} = 0,80 - 0,85$; $N_{\text{гв}}$ – продолжительность потребления горячей воды, сут.

Расход тепла на централизованное горячее водоснабжение от районных котельных определяется по нормам расхода горячей воды на 1 жителя в сутки по формуле:

$$Q_{\text{г.в}} = K_{\text{с}} K_{\text{ч}} \frac{m(a+b)}{24} (65 - t_{\text{x}}) \text{ ккал/ч}, \quad (2.25)$$

где m – количество жителей в населенном месте или районе, охваченных централизованным горячим водоснабжением; a – норма расхода горячей воды (при температуре 65°C) для жилых зданий (принимается 80-100 л на 1 жителя в сутки по СНиП II-Г. 8-62); b – норма расхода горячей воды (при температуре 65°C) для всех общественных зданий (принимается 20 л на 1 жителя в сутки); t_{x} – температура водопроводной воды (при отсутствии точных данных принимается $t_{\text{x}} = 5^\circ\text{C}$); $K_{\text{с}}, K_{\text{ч}}$ – суточный и часовой коэффициенты неравномерности потребления; $K_{\text{с}} = 1,2$, $K_{\text{ч}} = 1,7 - 2,0$.

Для жилых районов, где все квартиры оборудованы ваннами, принимают $a = 90$ л. При неполном охвате жителей ваннами расход горячей воды для жилых зданий определяют из выражения:

$$a = 55K_{ox} + 35, \quad (2.26)$$

где K_{ox} – коэффициент охвата ваннами; 35 – расход горячей воды кухонными кранами в квартирах, не имеющих ванн, л на 1 чел. в сутки.

Для жителей, не охваченных горячим водоснабжением, $a = 0$, и учитывается только $b = 20$ л/сутки · чел. Для небольших районов и кварталов значение b берется по фактическому наличию общественных зданий [8].

Расход природного газа на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий после подсчета вносятся также в таблицу 2.3.

Определение расхода газа промышленным предприятием на технологические нужды

Промышленное потребление газа многогранно и в каждом конкретном случае определяется в зависимости от мощности предприятия.

Годовая потребность в газе на технологические нужды $V_{пр}$, м³/год, может быть оценена по нормам расхода газа на единицу продукции [9]:

$$V_{пр} = \frac{q \cdot P}{Q_p^H \cdot 10^6}, \quad (2.27)$$

где q – удельный расход теплоты на единицу производимой продукции, ГДж/ед. продукции; P – годовой выпуск продукции, ед. продукции/год; Q_p^H – низшая теплота сгорания газа, кДж/м³.

Это, укрупненный метод расчета. Более точный расчет осуществляется по фактическому топливопотреблению установок.

Если известен расход какого-либо другого топлива (при переходе на газ) или другой аналогичный потребитель, расход газа можно определить путем пересчета по формуле [8]:

$$V_{пр} = G \frac{Q_{н.пр}^p \eta}{Q_n^p \eta_{г}} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.28)$$

где G – расход применяемого потребителем топлива, кг (для дров – м³); $Q_{н.пр}^p$ – рабочая теплота сгорания применяемого топлива (приложение 11); Q_n^p – рабочая теплота сгорания газа, на который переводится потребитель,

ккал/м³. η , η_r – к.п.д. установок потребителя при работе на заменяемом топливе и на замещающем газе.

Результаты расчета расход природного газа на технологические нужды промышленного предприятия необходимо внести в таблицу 2.3.

2.4. Определение часовых расходов газа различными потребителями

Максимальный расчетный часовой расход газа, на хозяйственно-бытовые и производственные нужды следует определять как долю годового расхода по формуле

$$V_{\text{кб}}^{\text{max}} = K_{\text{max}} V_{\text{кб}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.29)$$

где K_{max} - коэффициент часового максимума (коэффициент перехода от годового расхода к максимальному часовому расходу газа; $V_{\text{кб}}$ - годовой расход газа, м³/год.

Коэффициент часового максимума расхода газа следует принимать дифференцированно по каждому району газоснабжения, сети которого представляют самостоятельную систему, несвязанную гидравлически с системами других районов. Значения K_{max} расхода на хозяйственно-бытовые нужды в зависимости от численности населения, снабжаемого газом, приведены в приложении 6; для бань, прачечных, предприятий общественного питания и предприятий по производству хлеба и кондитерских изделий - в приложении 7 [7].

Расчетный часовой расход $V_{\Gamma}^{\text{р}}$, м³/час, определяются как доля годового расхода, с помощью коэффициента часового максимума K_{max} соответствующего данной отрасли промышленности [9]:

$$V_{\Gamma}^{\text{р}} = K_{\text{max}} \cdot V_{\Gamma}^{\Gamma}. \quad (2.30)$$

Коэффициент часового максимума для различных отраслей промышленности определяется по статистическим данным приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Значения коэффициентов часового максимума расхода газа по отраслям промышленности [9].

Отрасль промышленности	Коэффициент часового максимума расхода газа, $K_{\text{макс}}$		
	в целом по предприятию	по котельным	по промышленным печам
Черная металлургия	1/6100	1/5200	1/7500
Судостроительная	1/3200	1/3100	1/3400
Химическая	1/5900	1/5600	1/7300
Строительных материалов	1/5900	1/5500	1/6200
Радиопромышленность	1/3600	1/3300	1/5500
Машиностроение	1/2700	1/2600	1/3200
Деревообрабатывающая	1/5400	1/5400	-
Пищевая	1/5700	1/5900	1/4500
Обувная	1/3500	1/3500	-
Пивоваренная	1/5400	1/5200	1/6900

Результаты расчета часовых расходов газа различными потребителями сводятся в таблицу 2.3.

2.5. Расчет тупиковой газовой сети

Основные исходные данные для расчета тупиковой разветвленной газовой сети:

1. Общая протяженность сети Σl_i , м.
2. Максимальное часовое потребление газа Q_i , м³/ч.
3. Расчетный перепад давления ΔP , Па (принимается в соответствии с вариантом задания на курсовую работу).

Схема простейшей тупиковой газовой сети показана на рис. 2.1.

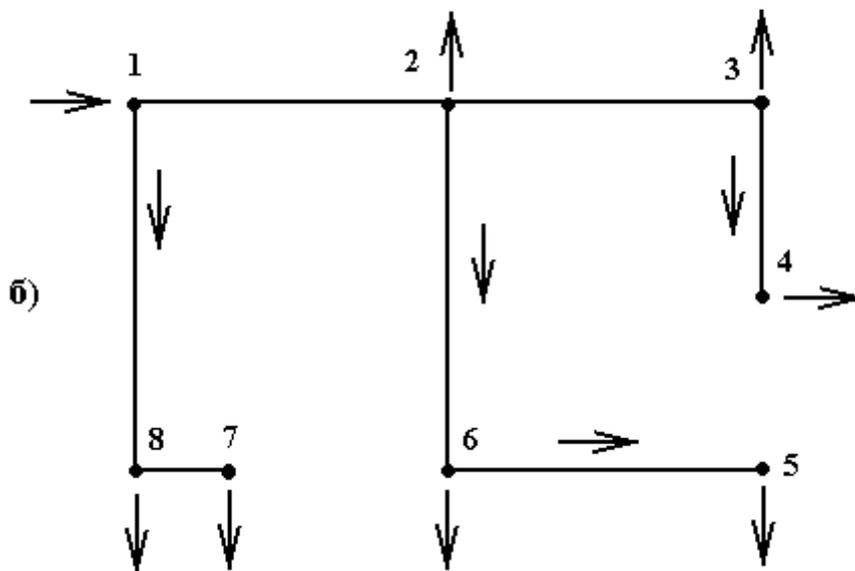


Рис. 2.1. Схема тупиковой газовой сети

Алгоритм расчета тупиковой газовой сети сводится к следующему [7, 10-13].

1. Определяется удельный часовой расход газа, отнесенный к 1 м распределительной сети

$$q = \frac{Q_{\Sigma}}{\Sigma l_i}, \text{ м}^3/\text{ч м} \quad (2.31)$$

2. Определяются путевые расходы для каждого из участков сети

$$Q_{\Pi} = q l_i \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (2.32)$$

3. Путевой расход для каждого участка разделяем на два основных сосредоточенных расходов в начальных узлах участка

$$Q_j = 0,45 Q_{\Pi}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (2.33)$$

и в конечном узле участка

$$Q_{j+1} = 0,55 Q_{\Pi}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (2.34)$$

4. Определяются $j+1$ расчетные расходы газа на всех участках

$$Q_p = Q_{\Pi} + 0,55 Q_{\Pi}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (2.35)$$

Номера участков, длины участков и расходы на каждом из участков заносятся в табл. 2.5.

Таблица 2.5. Результаты расчета расхода газа в тупиковой газовой сети

Номера узлов	Номера участков <i>i</i>							ΣX_i
	1	2	3	4	5	6	7	
Начальный								
Конечный								
Длина участка								
Путевой расход								
Сосредоточенные расходы:								
в начале участка								
в конце участка								
на участке								

5. Определяются удельные потери давления на каждом из путей движения газа

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{\Delta P}{1,1 \cdot \Sigma l_i} = \frac{P_{\text{н}} - P_{\text{к}}}{\Sigma l_i} \quad (2.36)$$

где: 1,1 – коэффициент, учитывающий потери давления на местных сопротивлениях.

6. Определяются протяженности каждого из путей движения газа.

7. По номограммам по рис. 2.2-2.5 по значениям $\Delta P_{\text{уд}}$ и Q определяют диаметры d_i .

**Номограммы для гидравлического расчета стальных
и полиэтиленовых газопроводов**

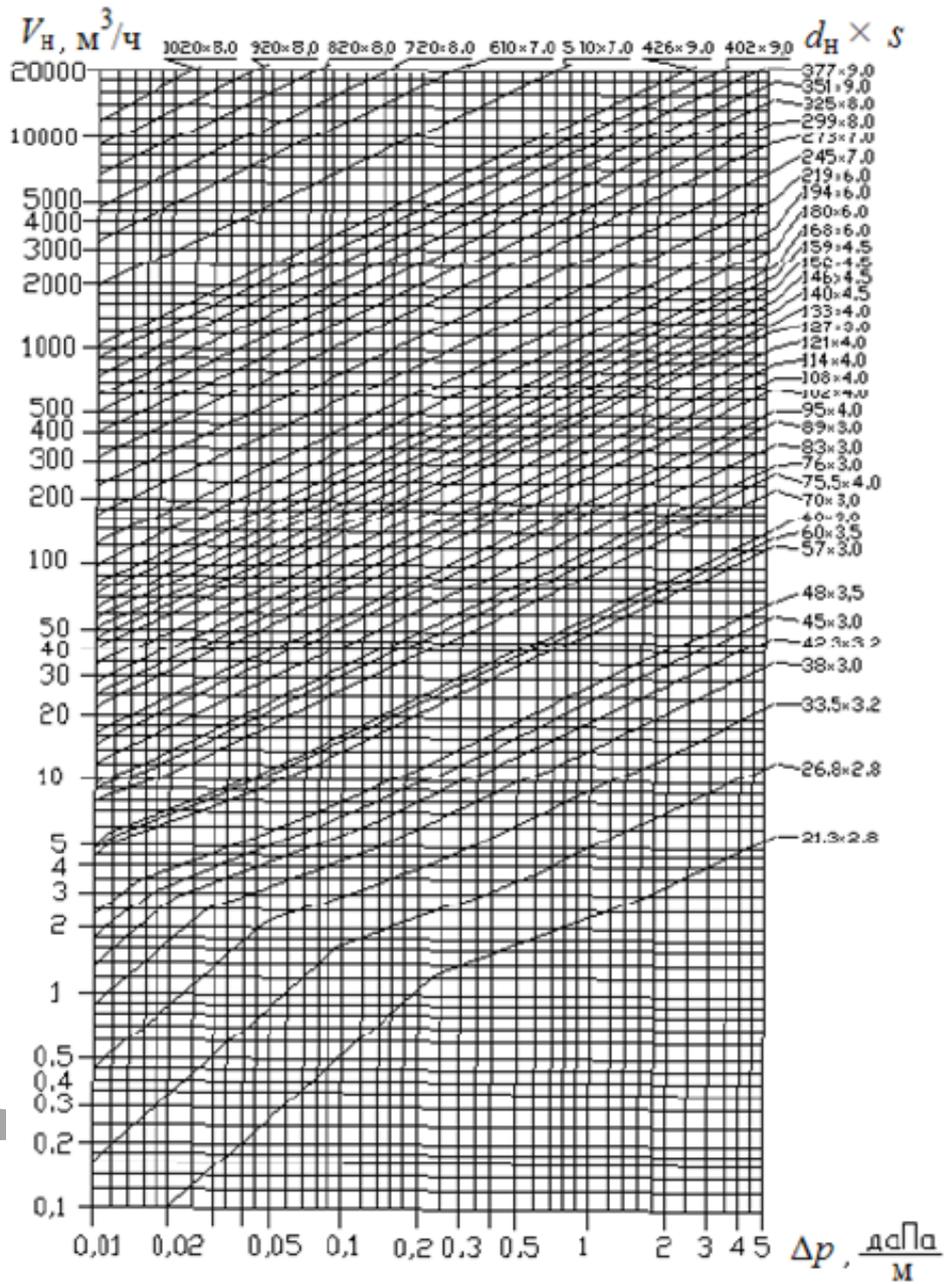


Рис. 2.2. Номограмма для расчета стальных газопроводов низкого давления (природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) [13].

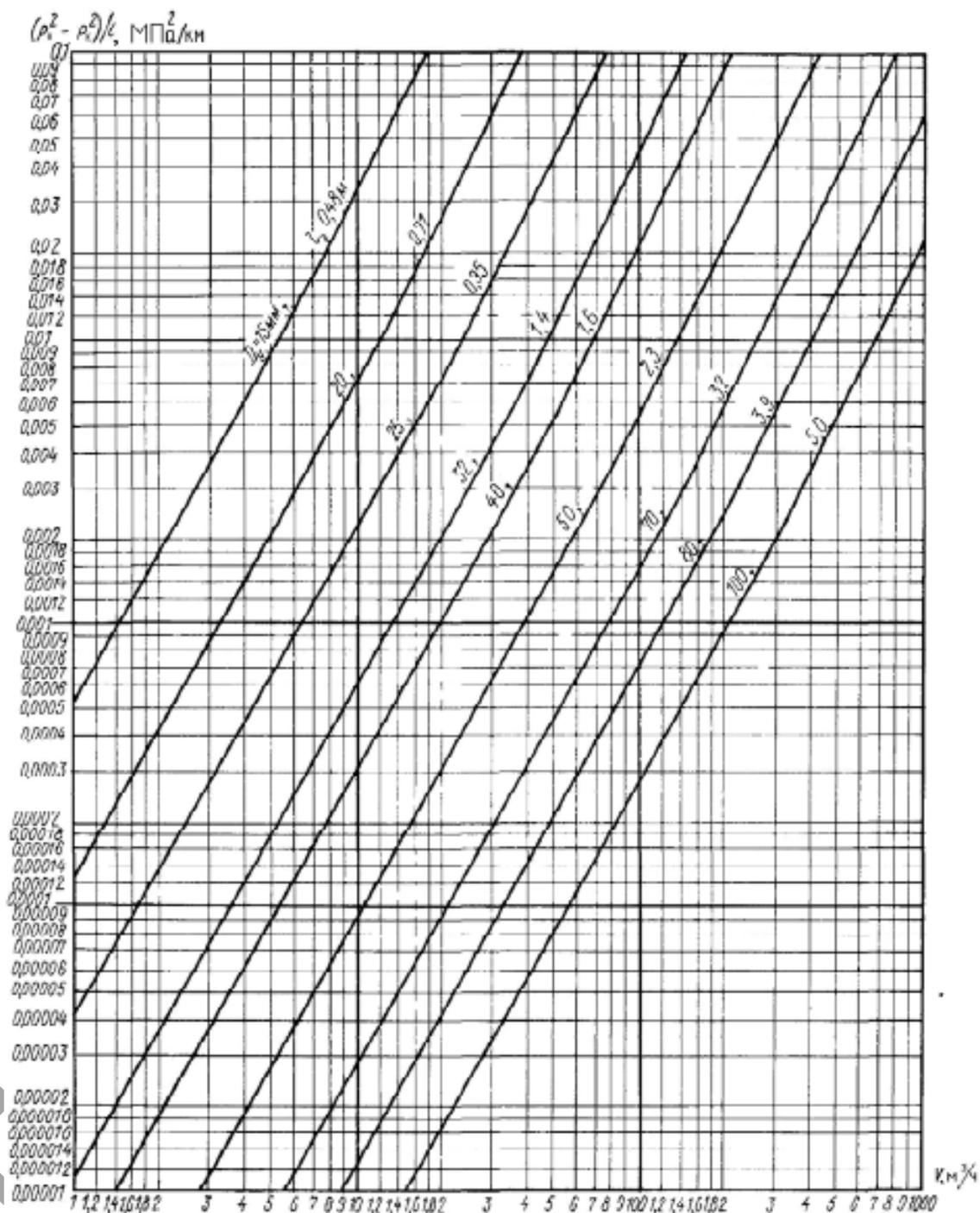


Рис. 2.3. Номограмма для расчета стальных газопроводов среднего и высокого давления диаметром 15–100 мм (природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) [13].

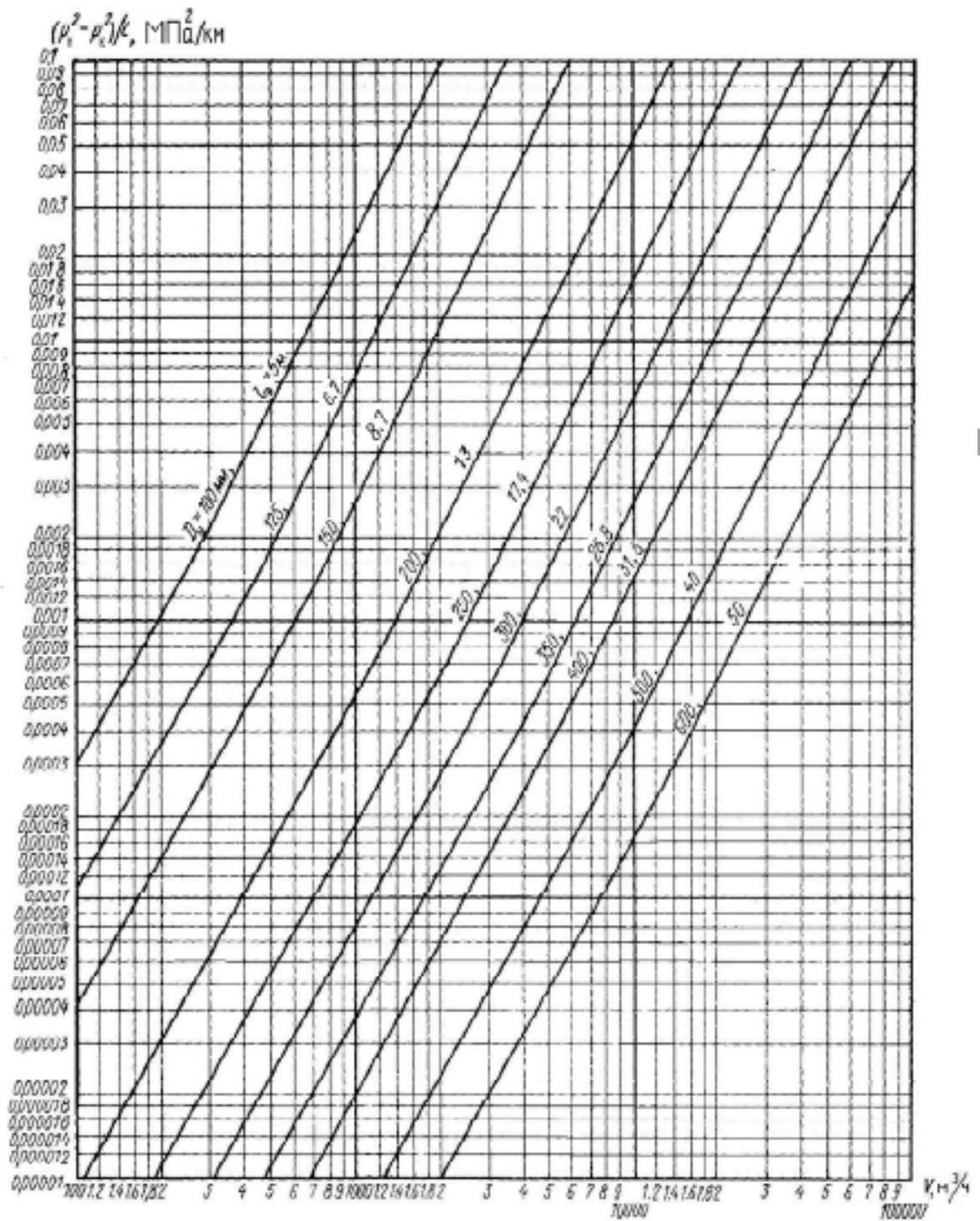


Рис. 2.4. Номограмма для расчета стальных газопроводов среднего и высокого давления диаметром 100–600 мм (природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) [13].

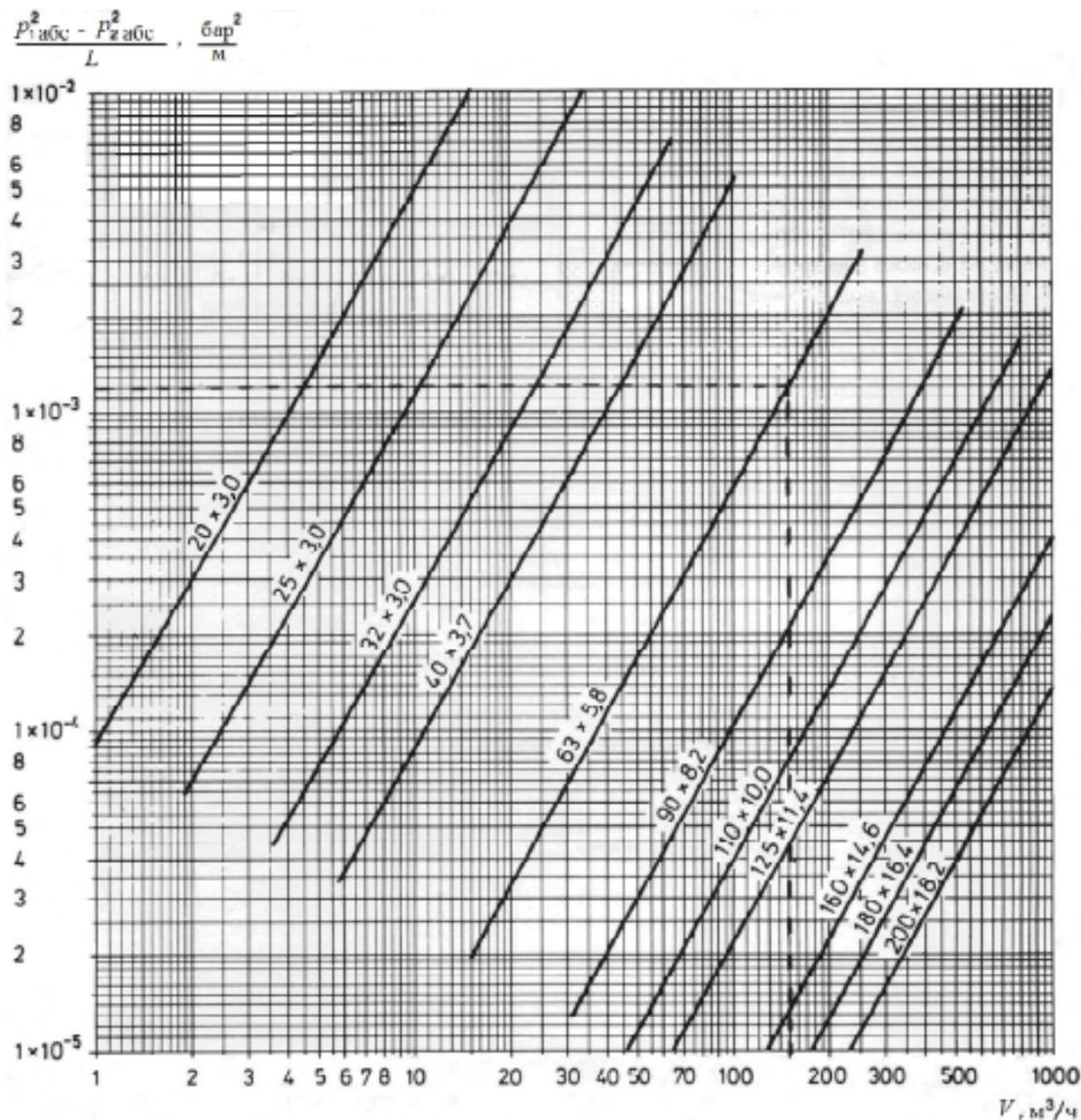


Рис. 2.5. Номограмма для расчета полиэтиленовых газопроводов по данным «Уропор» (природный газ $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$)
Примечание. 1 бар = 0,1 МПа [13].

Результаты гидравлического расчета заносятся в табл. 2.6.

Таблица 2.6. Результаты гидравлического расчета тупиковой газовой сети

Таблица гидравлического расчёта									
Пути прохожден ия газа	Σl_i , м	$\frac{\Delta P}{\Sigma l_i}$, Па/м	Расходы и диаметры на участках, м ³ /ч, мм						
			1	2	3	4	5	6	7
1-2-6-5									
1-2-3-4									
1-8-7									

3. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

3.1. Требования к содержанию и оформлению курсовой работы

Курсовая работа состоит из задания, пояснительной записки, комплекта технологической документации и графического материала.

Структура пояснительной записки

В пояснительной записке материал располагается следующим образом:

1. *Титульный лист* является первой страницей и оформляется в соответствии с определенными требованиями указанными в [14].

2. *Бланк задания* на курсовую работу – основной документ, используемый при выполнении работы (прил.12). Оформляется на отдельном листе формата А4. Бланк содержит задания и исходные данные, необходимые для их выполнения.

3. *Содержание*. В содержании приводятся названия разделов и подразделов в полном объеме, как они даны в тексте, и указываются номера страниц, на которых они начинаются.

4. *Введение*. В этом разделе описывается, где и для каких целей применяется расчет системы водогазоснабжения.

5. *Основная часть* включает расчеты систем водоснабжения и газоснабжения в соответствии с заданием. Состоит из разделов и подразделов.

6. *Заключение*. Описываются общие выводы по курсовой работе.

7. *Библиографический список* (список литературы). Содержит библиографические описания использованных источников. В него рекомендуется включать издания, достаточно широко освещающие рассматриваемую проблему.

8. *Приложения* (при необходимости).

Также к курсовой работе должен быть приложен *отзыв руководителя*. Макет бланка отзыва представлен в [14].

Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка оформляется на листах бумаги формата А4. Объем пояснительной записки должен составлять не более 50 страниц текста.

Параметры оформления текстовой части соответствуют требованиям методических указаний [14]. В частности включают в себя:

- основной текст должен быть набран на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и распечатан на одной стороне листа белой бумаги формата А4 с соблюдением следующих размеров полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

- для набора текста следует использовать: гарнитуру шрифта – Times New Roman, размер шрифта (кегля) основного текста – 14 пт, в таблицах – допускается до 10 пт, цвет шрифта – черный.

- абзацный отступ выполняется одинаковым по всему тексту и равен 1,25 см, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание текста – по ширине.

Терминология и определения в пояснительной записке должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

Изложение материала в пояснительной записке должно идти от первого лица множественного числа («определяем», «принимаем») или может быть использована неопределенная форма («определяется», «выбирается»). Сокращение слов в тексте и надписях под иллюстрациями не допускается.

При выполнении расчетов формулы должны быть вынесены из общетекстового материала в отдельную строку. Расчетные формулы приводятся сначала в общем виде, затем в них подставляют численные значения величин и записывают результат расчета с указанием размерности. Все расчеты должны быть выполнены в международной системе единиц СИ.

Расшифровка буквенных обозначений и числовых коэффициентов дается непосредственно за формулой. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где», без двоеточия после него. Результаты однотипных расчетов сводятся в таблицы.

При выборе и обосновании технических решений и выполнении расчетов текст записки следует сопровождать необходимым графическим материалом (например, схема района города и т. д.). Принятые технические решения проектирования прописываются в тексте.

Каждая глава или раздел пояснительной записки должны заканчиваться общим выводом. В выводе, на основании выполненных расчетов и принятых решений, даются рекомендации по вопросу конкретного проектирования, рассмотренному в данной главе или разделе

3.2. Задание и исходные данные для выполнения курсовой работы

Курсовая работа состоит из 2 частей: водоснабжение и газоснабжение.

По разделу «Водоснабжение» необходимо:

1. Рассчитать потребность в воде зданий производственно-жилого микрорайона города.

2. Составить трассу и расчетную схему трубопроводов водораспределительной сети.

3. Подобрать трубопроводы водопроводной сети.

4. Рассчитать потери напора в водопроводной сети.

5. Подобрать водонапорное сооружение и насосную станцию.

По разделу «Газоснабжение» необходимо:

1. Определить годовой расход природного газа на коммунально-бытовые нужды в жилых кварталах строящегося района города.

2. Определить годовой расход природного газа на отопление жилых зданий.

3. Определить годовой расход природного газа коммунально-бытовыми предприятиями.

4. Определить расход газа потребителями в часы наибольшего газопотребления.

5. Составить схему газоснабжения района. Произвести гидравлический расчет трубопроводов высокого и среднего давления газораспределительной сети.

Исходные данные представлены в табличном (таблицы 3.1-3.7) или графическом виде (приложения 12, 13) по вариантам. Номера вариантов выдает преподаватель, либо выбираются по порядковому номеру в ведомости.

Данные для выполнения курсовой работы представлены:

- сведения о потребителях воды - в таблице 3.1.
- план расположения объектов водоснабжения - приложение 12, причем номер рисунка указан в таблице 3.1;
- сведения о потребителях газа - в таблице 3.2 и/или 3.3;
- месторождение и состав природного газа - в таблицах 3.4-3.7;
- план строящегося района населенного пункта - приложение 13.

Таблица 3.1. Варианты исходных данных по разделу "Водоснабжение"

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения										
			1	3	5	6	8	9	10	13	17		
1	1	-											
		технологические	4,8 м3 в смену			1,8 м3 в смену				3,6 м3 в смену			
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	28		60 в смен у		26	27		18	156		
2	2	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		технологические							2,3т пшен. и 1,2т ржан. муки в смену	2.0м3 в смену	750 кг белья в смену	3,6 м 3 в смен у	2.2м3 в смену
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	60 коек	220	21	260	170					18	36
3	3	-	3	5	7	8	9	10	12	17		18	
		технологические		24 посад. мест	3,6 м3 в смену		1,6 м3 в смену	3,6 м3 в смену					2,0 м3 в смену
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	8		36	21	18	27	16	280			
4	4	-	3	6	7	8	9	10	11	12	17	18	

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения										
			1,8 м ³ в смену	0,6 м ³ в смену	3,6 м ³ в смену	1,8 м ³ в смену	0,8 м ³ в смену					1,6 м ³ в смену	
		технологические											
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	20	6	26		15	7	16	6	256		
5	5	-	1	3	5	6	8	9	11	13	17		
		технологические	1,8 м ³ в смену	1,6 м ³ в смену	900 кг белья в см	3,8 м ³ в смену	3,6 м ³ в смену	24 посад. места	0,6 м ³ в смену				
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	18			23	34	17	12 + 2 душев. сетки	8	186		
6	6	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		технологические								3,6 м ³ в смену	1,6 м ³ в смен у		
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	68 коек	280	410	240	178	170	216	21	15		
7	7	-	1,2	6	7	9	13	17	20	21	23	24	
		технологические	4,2 м ³ в смену	700 кг белья в смену	4,6 м ³ в смену	0,8 м ³ в смену	1,6 м ³ в смену	10т пшен. муки в смену		18 посад. мест			
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	32			16				28	2	240	

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения										
			1,2	6	6,2	7	10	16	20	21	23	24	
8	8	-											
		технологические	4,1 м3 в смену	1,6 м3 в смену	4,2 м3 в смену	620 кг белья в см	0,6 м3 в смену						
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	23				8	60 в смену	6	28	2	210	
9	9	-	1	3	5	6	8	9	11	12	14		
		технологические	3,4 м3 в смену	16 т пшен. муки в смену	4,8 м3 в смену	0,8 м3 в смену		20 посад. мест	5,4 м3 в смену	4,4 м3 в смену			
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	21		23		8	22		18	290		
10	11	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		технологические			2,0т пшен. муки в см	800 кг белья в см	2,4 м3 в смену						
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	66 коек	16 коек			36	210	250	185	650		
11	12	-	1	2	3	4	5	7	8	9	10		
		технологические		30 посад. мест				1,4 м3 в смену					

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения									
			18	6	8	18	210	76 больн. 26 работ ников	380	456		
12	13	-	1	2	3	4	5	6	8	12	13	
		технологические	400 кг белья в смену	0,6 м ³ в смену								
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)			60 в смену	42	12	21	318	218	156	
13	13	-	15	16	17	18	19	20	21	23	34	
		технологические			1,2 м ³ в смену				400 кг белья в смену	45 посад. мест	1,5т пшен. и 2,0т ржан муки в смену	
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	66 коек	58 больн. 18 работн		125	152	190				
14	13	-	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
		технологические		0,6 м ³ в смену	4,3 м ³ в смену	1,8 м ³ в смен у	1,8т пшен.и 1,2т ржан		750 кг белья в смену			

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения									
							муки в смену					
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	380		20	24		26		280	156	
15	14	-	1	2	3	4	8	14	15	16	17	
		технологические			762 кг в смену				66 в смену	3,4 м ³ в смену		
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	28	230		160	380	180			36	
16	13	-	5	6	7	8	9	10	12	13	14	
		технологические		1,2т пшен. и 2,2т ржан муки в смену						75 посад. мест		
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	86 коек		78 больн .+18 работ	420	245	300	160		320	
17	14	-	9	11	18	19	20	21	22	22	22	
		технологические		562 кг в смену		2,0т пшен. и 1,2т ржан						

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения									
						муки в смену						
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	220		450 жител +36 работ ников		260	300 зрите лей +25ар тистов + 75 посад. мест в кафе	320	260	280	
18	10	-	1	2	3	4	5	6	9	12	13	
		технологические			5,6 т пшенич н. муки в смену		75 в смену	350 кг белья в смену				
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	180	86 коек		85 больн + 21 работн			50 спо р т сменов +200 зрителей	310	280	
19	10	-	15	16	17	18	19	20	24	26	27	
		технологические	8,5 т пшен.+0,8 т ржан. муки в см.	45поса дочн. мест	1,2 м3 в смену					280 кг белья в смену		

№ вар.	Рис. № (прил. № 13)	Расход воды на нужды:	№ здания на плане расположения объектов водоснабжения									
					15 работни ков	120 детей	21 работн ик	310	270		78 больн. +16 работн	
20	10	бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	29	32	37	38	39	40	41	42	43	
		технологические						32 посад места	18 маш ин в см		1,2 м3 в смену	
		бытовые (кол-во ед. для расчета расхода)	74	198	236	32	52 в смену			220	9 работн иков	

*Единицы для расчета расхода горячей воды: производственный цех – количество работающих; механизированная прачечная- кг сухого белья в смену (8 часов); столовая-количество посадочных мест; комбинат (здоровья баня)- количество посетителей в смену (8 ч); больница- количество коек; жилое здание – количество жителей. хлебопекарня количество перерабатываемой муки и т.д.

Таблица 3.2. Варианты исходных данных для расчета потребления газа раздела "Газонабжение", ч.1

№ вар.	Жилой дом с ванными и душем		Гостиница с душевыми в номерах		Деревообрабатываю щий цех			Молокозавод			Цех ЖБИ			Бумажный комбинат			
	Общая площадь, тыс.м ²	Число жителей, чел	Общая площадь, тыс.м ²	Число прожива ющих, чел	Объем V _н , тыс.м ³	Фане- ра, м ³ /см	ДСП м ³ /см	Объем V _н , тыс.м ³	Цельно- молочная продукция, т/см	Сыр т/см	Объем V _н , тыс.м ³	ж/б кон- струкции, т/см	Кол-во душе- вых сеток	Объем V _н , тыс.м ³	Бумага, т/см	Картон, т/см	ДВП, м ² /см
1	5,0	460			6,0	180	200				11,0	250	10				
2			4,2	840	7,0	150	300				12,0	280	12				
3			3,6	610	8,0	200	220				5,8	180	8				
4	6,2	510			9,0	230	240				6,0	200	7				
5	4,8	310			10,0	280	280				6,8	210	7				
6			5,4	680	5,0	150	150				7,2	220	8				
7			2,8	300	4,5	120	110				8,4	208	9				
8			3,0	350	3,8	100	88				11,5	260	11				
9	5,2	400			6,5	160	210							5,1	20	0	100
10	5,4	420			7,5	200	200							6,0	18	10	0
11	5,8	410			8,2	180	340							7,8	11	20	0
12	6,0	440						2,0	10	2,5				4,5	10	10	0
13			4,0	480				1,8	30,0	0				5,5	15	0	500

14			4,6	500				2,2	21,0	4,0				12,0	20	20	0
15			3,8	410				2,6	25,0	0				14,0	25	21	0
16			4,4	520				3,1	16,0	2,0				13,5	20	0	2000
17	6,4	420						3,0	12,0	4,0				11,0	8	10	
18	4,6	310						2,4	11,0	1,0				13,0	15	15	
19	6,8	480						1,8	0	1,0				10,0	12	0	500
20	5,6	380						2,8	14,0	3,0				9,0	15	15	0

Таблица 3.3. Варианты исходных данных для расчета потребления газа раздела "Газонабжение", ч.2

№ вар.	Жилой дом повышенной комфортности		Общежитие с общими кухнями и душевыми на этажах		Текстильная фабрика			Деревообрабатывающий цех			Маслозавод			Прачечная механизированная		Административное здание	
	Общая площадь, тыс.м ²	Число жителей, чел	Общая площадь, тыс.м ²	Число проживающих, чел	Объем V _н , тыс. м ³	Шерстяные ткани, м ² /см	х/б ткани, м ² /см	Объем V _н , тыс.м ³	Первичная переработка, м ³ /см	ДСП, м ³ /см	Объем V _н , тыс.м ³	Масло сливочное, т/см	Кол-во душевых сеток	Объем V _н , тыс.м ³	Сухое белье, кг/см	Объем V _н , тыс.м ³	Число Работавших, чел
1	5,1	300			4,0	400	400									1,5	35
2	4,0	210			4,8	800	1100									1,6	36
3	4,5	240			5,6	500	500									1*8	39
4	6,0	310			5,0	250	700									2,4	45

5	6,4	320			6,0	280	900									22	48
6	3,0	140			7,8	900	300				1,5	1,1	4				
7	3,7	170			4,5	450	380				1,8	1,6	4				
8	5,6	310			4,6	300	550				2,0	1,8	5				
9	6,8	350			4,9	360	560							1,8	170		
10	52'	250			52	600	380							1,6	165		
11			3,8	580				6,5	560	150				20	200		
12			4,8	620				7,5	580	180				25	250		
13			42	640				8,0	600	200				28	260		
14			6,6	760				7,0	520	160	32	25	6				
15				710				9,0	650	170	4,0	3,5	7				
16			5,8	730				10,0	700	175	28	20	4				
17			4,0	590				9,5	680	165	3,0	28	6				
18			5,0	600				9,6	610	153	3^	3,0	6				

Таблица 3.4. Климатические условия местности для раздела "Газонабжение"

№ вар.	Регион	Расчетные параметры наружного воздуха		
		Температура наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92), $t_n, ^\circ\text{C}$	Средняя температура отопительного периода, $t_{от}, ^\circ\text{C}$	Продолжительность отопительного периода, $Z_{от}, \text{сут.}$
01	Казань	-31	-4,8	208
02	Архангельск	-31	-4,7	251
03	Белгород	-23	-2,2	196
04	Ульяновск	-31	-5,4	212
05	Чебоксары	-32	-4,4	217
06	Владимир	-28	-4,4	217
07	Воронеж	-26	-3,4	199
08	Елабуга	-32	-5,2	209
09	Волгоград	-25	-3,4	182
10	Бугульма	-33	-5,8	221
11	Саратов	-25	-3,5	203
12	Ижевск	-33	-5,6	219
13	Курск	-26	-3,0	198
14	С-Петербург	-26	-2,2	219
15	Самара	-30	-5,2	203
16	Москва	-26	-3,6	213
17	Н.Новгород	-31	-4,1	215
18	Екатеринбург	-32	-5,4	221
19	Пермь	-35	-6,4	226
20	Псков	-26	-1,3	208
21	Оренбург	-32	-6,1	195
22	Смоленск	-26	-2,7	210
23	Тамбов	-28	-4,2	202
24	Пенза	-27	-4,1	200
25	Ярославль	-31	-4,0	221

Таблица 3.5. Месторождение и состав природного газа для раздела "Газонабжение" [7]

№	Месторождение	Состав газа, % по объему							
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	H ₂ S	N ₂ + редкие
1	Медвежье	99,0	0,1	0,005	0	0	0,0	0	0,8
2	Оренбургское	85,0	4,9	1,6	0,75	0,55	0,6	1,3	5,0
3	Вуктылское	74,8	8,8	3,9	1,8	6,4	0	0	4,3
4	Шебелинское	93,3	4,0	0,6	0,4	0,3	0,1	0	1,3
5	Степановское	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	0	0,5
6	Ленинградское	86,9	6,0	1,6	1,0	0,5	1,2	0	2,8
7	Северо-	98,7	0,33	0,12	0,04	0,01	ОД	0	0,7
8	Пунгинское	86,1	2,0	0,6	0,34	0,35	8,5	0	2,0
9	Угерское	98,3	0,45	0,25	0,3	0	0,1	0	0,6
10	Губкинское	98,4	0,13	0,01	0,005	0,01	0,1	0	13
11	Комсомольское	97,2	0,12	0,01	0	0,01	0,1	0	2,5
12	Юбилейное	98,4	0,07	0,01	0	0	0,4	0	1,1
13	Мессояхское	97,6	0,10	0,03	0,01	0,01	0,6	0	1,6
14	Соленинское	95,8	2,9	0,07	0,2	0,15	0,4	0	0,5
15	Березовское	94,8	1,2	0,3	0,1	0,06	0,5	0	3,0
16	Майское	97,7	0,7	од	0,02	0	0,9	0	1,0
17	Газлинское	93,0	3,1	0,7	0,6	0	0,1	0	2,5
18	Ачакское	93,0	3,6	0,95	0,25	0,31	0,4	0	1,3
19	Тенгенское	89,4	6,0	2,0	0,7	0,4	1,0	0	0,5
20	Заполярье	98,5	0,2	0,05	0,012	0,001	0,5	0	0,7
21	Уренгойское	97,6	од	0,01	0	0	0,3	0	1,95
22	Жирновское	81,6	6,5	3,0	1,9	1,4	4,0	0,1	1,5
23	Ромашкинское	40,0	19,5	18,0	7,5	4,9	од	0	10,0
24	Туймазинское	39,5	20,0	18,5	7,7	4,2	0,1	0	10,0
25	Шкаповское	37,5	18,2	16,8	6,8	3,8	0,1	0	16,8
26	Ключевское	78,5	6,0	6,5	4,8	3,6	0,2	0	0,4
27	Дмитриевское	69,2	10,0	10,0	5,0	5,0	0,7	0	0,1
28	Небит-Дагское	91,0	3,0	2,3	1,3	1,8	0,5	0	0,1
29	Верхнеомринское	82,7	6,0	3,0	1,0	0,2	0,1	0	7,0
30	Кара-Дагское	93,2	2Д	1,2	1,0	1,2	0,8	0	0,5

Таблица 3.6. Варианты исходных данных по разделу "Газоснабжение", ч.1

№ вар.	Газифицируемый населенный пункт	№ генерального плана	Плотность жилищного фонда, чел/га	№ вар.	Газифицируемый населенный пункт	№ генерального плана	Плотность жилищного фонда, чел/га
1	Тюмень	1	140	16	Сыктывкар	1	290
2	Ижевск	2	150	17	Кострома	2	300
3	Хабаровск	3	160	18	Краснодар	3	310
4	Челябинск	4	170	19	Курган	4	320
5	Чебоксары	5	180	20	Саранск	5	330
6	Барнаул	6	190	21	Липецк	6	340
7	Архангельск	7	200	22	Красноярск	7	350
8	Брянск	8	210	23	Курск	8	360
9	Белгород	9	220	24	Мурманск	9	370
10	Уфа	10	230	25	Рязань	10	380
11	Астрахань	1	240	26	Новосибирск	6	390
12	Владимир	2	250	27	Оренбург	7	400
13	Волгоград	3	260	28	Пенза	8	410
14	Иркутск	4	270	29	Казань	9	420
15	Глазов	5	280	30	Саратов	10	430

Таблица 3.7. Варианты исходных данных по разделу "Газоснабжение", ч.2

Исходные данные	1 -я цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расположение ГРС	СЗ	СВ	С	ЮВ	Ю	3	ЮЗ	В	СЗ	ЮВ
Потребление газа коммунально-бытовыми предприятиями										
Бани и прачечные, %	25	30	35	40	45	20	32	43	27	39
Столовые и рестораны, %	28	29	30	27	26	25	28	30	27	29
Хлебозаводы (на 1000 чел.), т/сут.	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
	2-я цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расстояние от ГРС до населенного пункта, км	7	6	6,5	5	4	4,5	6	4	5	7
Давление газа после ГРС, МПа	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6

Библиографический список

1. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная версия СНиП 2.04.01-85.– Введ. 2017-06-17. – М.: Минрегион России, 2015. – 109 с.
2. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная версия СНиП 2.04.02-84*.– Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2015. – 125 с.
3. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.– Введ. 1985-01-01.–М.: Госстрой СССР, 1984. –74 с.
4. СНиП 2.04.01 -85* . Внутренний водопровод и канализация зданий. —Введ. 1986-07-01. –М ФГУП ЦПП, 2006 — 60 с.
5. Ратникова А.М. Водопроводные сети: учеб.-метод. пособие /А.М. Ратникова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Беларус. гос. ун-т транспорта.– Гомель: БелГУТ, 2019 – 55 с.
6. Фоминцева Н.И. Газоснабжение района города: методические указания к курсовому проекту. – Хабаровск:Изд – во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 36 с
7. Шишкин Н.Д., Середина Ю.В. Газоснабжение района города: методические указания к курсовому проекту по дисциплине “Газоснабжение”. – Астрахань: АИСИ, 2002 г. - 35 с.
8. Пешехонов Н.И. Проектирование газоснабжения (Примеры расчета), – Киев: «Будівельник», 1970. – 148 с.
9. Кумиров Б.А. Системы газоснабжения промышленных предприятий: конспект лекций по курсу «Технологические энергоносители промпредприятий», ч. 5. – Казань: КГЭУ, 2005. – 25 с.
10. Ионин, А.А. Газоснабжение / А.А. Ионин. – М. :Стройиздат, 1989. – 439 с.
11. Стаскевич, Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец. – Л. : Недра, 1990. – 768 с.
12. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб». – М. : ЗАО «Полимергаз», 2003.
13. Комина Г.П., Прошутинский А.О. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов: учебное пособие по дисциплине «Газоснабжение» для студентов специальности 270109 – теплогазоснабжение и вентиляция. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 148 с.

Приложения

Приложение 1

Теплота сгорания сухих горючих газов (при 0°С и 101,3 кПа) [6, 10]

Газ	Молярная, МДж/кмоль		Массовая, кДж/кг		Объемная, кДж/м ³	
	Высшая	Низшая	Высшая	Низшая	Высшая	Низшая
Ацетилен	1308,56	1264,60	50240	48570	58910	56900
Водород	286,06	242,90	141 900	120 080	12750	10790
Оксид углерода	283,17	283,17	10090	10090	12640	12640
Сероводород	553,78	519,82	16540	15240	25460	23490
Метан	880,90	800,90	55546	49933	39820	35880
Этан	1560,90	1425,70	52019	47415	70310	64360
Пропан	2221,40	2041,40	50385	46303	101 210	93 180
н-Бутан	2880,40	2655,00	51344	47327	133 800	123 570
изо-Бутан	2873,50	2648,30	51222	47208	132960	122 780
Пентан	3539,10	3274,40	49052	45383	169 270	156630
Этилен	1412,00	1333,50	50341	47540	63039	59532
Пропилен	2059,50	1937,40	48944	46042	91945	88493
Бутилен	2720,00	2549,70	48487	45450	121 434	113830

Приложение 2

Характеристики чистых газов при нормальных физических условиях [6, 10]

Газ	Химическая формула	Молекулярная масса	Молекулярный объем, м ³ /кмоль	Плотность, кг/м ³	Относительная плотность по воздуху
Азот	N ₂	28,016	22,40	1,2505	0,9673
Ацетилен	C ₂ H ₂	28,038	22,24	1,1707	0,9055
Водород	H ₂	2,016	22,43	0,0899	0,0695
Водяной пар	H ₂ O	18,016	23,45	0,8040	0,5941
Воздух (без CO ₂)	—	28,960	22,40	1,2928	1,0000
Диоксид серы	SO ₂	64,066	21,89	2,9263	2,2635
Диоксид углерода	CO ₂	44,011	22,26	1,9768	1,5291
Кислород	O ₂	32,000	22,39	1,4290	1,1053
Оксид углерода	CO	28,011	22,41	1,2500	0,9669
Сероводород	H ₂ S	34,082	22,14	1,5392	1,1906
Метан	CH ₄	16,043	22,38	0,7168	0,5545
Этан	C ₂ H ₆	30,070	22,18	1,3566	1,0490
Пропан	C ₃ H ₈	44,097	21,84	2,0190	1,5620
н-Бутан	C ₄ H ₁₀	58,124	21,50	2,7030	2,0910
изо-Бутан	C ₄ H ₁₀	58,124	21,78	2,6680	2,0640
Пентан	C ₅ H ₁₂	72,151	—	3,2210	2,4910

Приложение 3

Номинальные расходы газа газовыми приборами коммунально-бытового назначения [6, 8]

№ п/п	Наименование параметра	Номинальный расход, q (ккал/ч)
1	Плита 2-комфорочная без духового шкафа	3200
2	Плита 2-комфорочная, с духовым шкафом	6000
3	Плита 3-комфорочная с духовым шкафом	7760
4	Плита 4-комфорочная с духовым шкафом	9600
5	Плита ресторанная 2-комфорочная без духового шкафа	16000
6	Плита ресторанная 2-комфорочная с комбинированным верхом и 2 духовыми шкафами	60000
7	Плиты всех типов, переводимые с твердого топлива на газообразное на 1 м ² жарочной поверхности)	30000
8	Котел для приготовления пищи (на каждые 100 л емкости)	20000
9	Кипятильник (на 100 л кипятка)	16480
10	Шкаф ресторанный духовой	12000
11	Водонагреватель проточный быстродействующий для ванн	18000-25000
12	Водонагреватель проточный быстродействующий для кухни	8000
13	Водонагреватель емкостный с запасом воды 80 л	6000
14	Водонагреватель емкостный с запасом воды 120 л	12000
15	Камин газовый	1440
16	Холодильник газовый	160
17	Стиральная машина (производительность 5 кг/ч сухого белья)	4960
18	Лабораторная горелка большая	2000
19	Лабораторная горелка малая	960

Приложение 4

Значение коэффициента одновременности K_o для жилых зданий [6, 8]

Кол-во квартир р	Плиты и другие приборы					
	4-П	2-П	4-П и ГК	2-П и ГК	4-П и ЕВ	4-П и ЕВ
1	1,0	1,0	0,72	0,75	1,0	1,0
2	0,65	0,34	0,46	0,48	0,59	0,71
3	0,45	0,73	0,35	0,37	0,42	0,55
4	0,35	0,59	0,31	0,325	0,34	0,44
5	0,29	0,48	0,28	0,29	0,287	0,38
6	0,28	0,41	0,26	0,27	0,274	0,34
7	0,27	0,36	0,25	0,26	0,263	0,30
8	0,265	0,32	0,24	0,25	0,257	0,28
9	0,258	0,289	0,23	0,24	0,249	0,26
10	0,254	0,263	0,22	0,23	0,243	0,25
11	0,250	0,258	0,21	0,22	0,237	0,245
12	0,245	0,254	0,207	0,215	0,232	0,240
13	0,213	0,249	0,200	0,210	0,229	0,236
14	0,241	0,245	0,195	0,205	0,226	0,231
15	0,240	0,242	0,190	0,200	0,223	0,228
20	0,235	0,230	0,181	0,190	0,217	0,222
25	0,533	0,221	0,178	0,185	0,215	0,219
30	0,231	0,218	0,176	0,184	0,213	0,216
35	0,229	0,215	0,174	0,183	0,211	0,213
40	0,227	0,213	0,172	0,18	0,209	0,211
45	0,225	0,212	0,171	0,179	0,206	0,208
50	0,223	0,211	0,170	0,178	0,205	0,205
60	0,220	0,207	0,166	0,175	0,202	0,202
70	0,217	0,205	0,164	0,174	0,199	0,199
80	0,214	0,204	0,163	0,172	0,197	0,198
90	0,212	0,203	0,161	0,171	0,195	0,196
100	0,21	0,202	0,16	0,17	0,193	0,196

Примечания: 1. В коммунальных квартирах, кухни которых укомплектованы несколькими однотипными приборами, расчетные расходы газа принимаются с такими же коэффициентами одновременности, как для нескольких квартир, каждая из которых укомплектована одним прибором данного типа.

2. Для квартир, оборудованных газовой бытовой плитой (2- или 4-конфорочной; 2-П/4-П) и отопительными печами, величина K_o принимается, как для квартир, оборудованных такой же плитой и емкостными водонагревателями (ЕВ).

3. ГК - газовый проточный водонагреватель или газовая колонка.

Приложение 5

Нормы расхода газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды и количество расчетных единиц потребления газа [6, 8]

Назначение расходуемого газа	Расчетная единица потребления	Норма расхода газа q , тыс. ккал	Кол-во расчетных ед. потребления газа m на 1 тыс. жителей
Приготовление пищи в квартирах с централизованным горячим водоснабжением	1 чел. в год	640	850
Приготовление пищи и горячей воды на хозяйственные нужды в квартирах при отсутствии централизованного горячего водоснабжения и кухонного водонагревателя (без стирки белья)	То же	850	850
Нагревание воды в квартирах для ванн или душа	»	460	По проценту, квартир с ГК
Стирка белья в домашних условиях	1 m сухого белья	2100	50
В детских яслях:			
приготовление пищи	1 ребенок	490	40
приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд (без стирки белья)	То же	430	40
То же, в детских садах:	»	570	50
	»	320	50
В больницах и родильных домах:			
для приготовления пищи	1 койка в год	760	9
для приготовления горячей воды на хозяйственно-бытовые нужды (без стирки белья) и лечебные процедуры	1 койка в год	2200	9
для стирки и дезинфекции белья	1 m сухого белья	4800	4,32
В поликлиниках для лечебных процедур (без стирки белья)	1 посетитель в год (на лечебную процедуру)	20	Водолечение – 600, грязелечение – 300

В школах, вузах и техникумах для подогревания завтраков и лабораторных нужд	1 учащийся в год	40	180
В учебных заведениях трудовых резервов и школах-интернатах для лабораторных нужд, приготовления пищи и горячей воды на хозяйственно-бытовые нужды	То же	700	По специальному заданию
В общежитиях высших и средних специальных учебных заведений для приготовления пищи и горячей воды на хозяйственно-бытовые нужды	1 место в год	500	То же
В гостиницах без ресторанов с ваннами во всех номерах	1 место в год	1200	См. примечание 1
То же, с ваннами в 25% номеров	То же	850	То же
В ресторанах при гостиницах	1 место в год	2	365 рационов
Стирка белья:			
в квартирах и в немеханизированных прачечных	1 т сухого белья	2100	50
в немеханизированных прачечных с сушильными шкафами	То же	3000	30
в механизированных прачечных (стирка, сушка и глажение)	»	4800	54
Дезинфекция белья:			
в паровых камерах	1 т сухого белья	535	По специальному заданию
в огневых камерах	То же	300	То же
Мытье в банях без ванн	1 помывка	9	36 помывок в год на 1 жителя, не имеющего ГВС в квартирах
То же, в ваннах	То же	12	
Приготовление обедов на предприятиях общественного питания	1 обед	1,0	92400

То же, завтраков или ужинов	1 завтрак или ужин	0,5	47000
Выпечка хлебобулочных и кондитерских изделий:			
хлеба формового	1 <i>m</i> изделий	420	219,0
подового	То же	1090	
батонов, булок, сдобы	»	950	36,5
кондитерских изделий	»	1450	
Предприятия и учреждения бытового обслуживания населения	До 10% от суммарного расхода газа всеми потребителями		

Примечания: 1. При определении количества расчетных единиц *m* ориентировочно принимают 50-60 учащихся техникумов на 1 тыс. жителей; для вузов – в городах с населением более 100 тыс. жителей – 30-40 учащихся на 1 тыс. жителей. Для общежитий, кроме этого, учитывается процент обеспеченности студентов общежитиями.

2. Для гостиниц величина *m* определяется в зависимости от численности населения в населенном месте: до 50 тыс. жителей – 3 места; 50-100 тыс. жителей – 4 места; свыше 100 тыс. жителей – 5 мест. Для отдельно стоящих гостиниц расход газа ресторанами определяют по действительному количеству мест в ресторанах (1,5 посадок на место в час и 13 в сутки).

3. На выпечку хлебобулочных и кондитерских изделий в среднем принимают 760 тыс. ккал/т.

4. Норма расхода газа 810 тыс. ккал для приготовления пищи и горячей воды уменьшается до 710 тыс. ккал при использовании жидкого газа.

Приложение 6

Значения коэффициентов часового максимума расхода газа на бытовые и коммунально-бытовые нужды [6, 8]

Число жителей, снабжаемых газом, тыс. чел.	Коэффициент часового максимума расхода газа (без отопления), K_t
1	1/1800
2	1/2000
3	1/2050
5	1/2100
10	1/2200
20	1/2300
30	1/2400
40	1/2500
50	1/2600
100	1/2800
300	1/3000
500	1/3300
750	1/3500
1000	1/3700
2000 и более	1/4700

Приложение 7

Значения коэффициентов часового максимума расхода газа для коммунально-бытовых предприятий [6, 8]

Предприятие	Коэффициент часового максимума расхода газа, K_t
Бани	1/2700
Прачечные	1/2900
Общественного питания	1/2000
По производству хлеба и кондитерских изделий	1/6000

Примечание: для бань и прачечных коэффициенты часового максимума расхода газа приведены с учетом расхода газа на нужды отопления и вентиляции.

Приложение 8

Удельные отопительные характеристики жилых и общественных зданий q_0
при $t_{н.о} = -30^\circ \text{C}$ [6, 8]

Этажность застройки	Удельная отопительная характеристика q_0 , ккал/м ³ ·ч·град
1	0,6 – 0,7
2-3	0,4 – 0,5
4-5	0,35 – 0,4
6 и более	0,3 – 0,4

Примечания: 1. При $t_{н.о} \geq -10^\circ \text{C}$ поправочный коэффициент $a = 1,2$; при $t_{н.о} \geq -20^\circ \text{C}$ $a = 1,1$ и при $t_{н.о} \geq -40^\circ \text{C}$ $a = 0,9$.

2. Если нет сведений об этажности общественных зданий, значение q_0 принимается равным 0,4 ккал/м³·ч·град.

Приложение 9

Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха $t_{вн}$, град [6, 8]

№ п/п	Наименование общественного здания	$t_{вн}$, град
1	Жилые здания, гостиницы, общежития, административные здания	18
2	Учебные заведения, общеобразовательные школы-интернаты, лаборатории; предприятия общественного питания, клубы, Дома культуры	16
3	Театры, магазины, прачечные, пожарные депо	15
4	Кинотеатры	14
5	Гаражи	10
6	Детские ясли-сады, поликлиники, амбулатории, диспансеры, больницы	20
7	Бани	25

Примечание. Если нет указаний о назначении общественных зданий, расчетная температура внутреннего воздуха для всех зданий принимается $+18^\circ \text{C}$.

Приложение 10

Удельные вентиляционные характеристики общественных зданий q_v ,

ккал/м³·ч·град [6, 8]

№ п/п	Наименование общественного здания	q_v , ккал/м ³ · ч·град
1	Административные, научно-исследовательские и проектные институты	0,18
2	Клубы	0,2
3	Театры, кинотеатры	0,4
4	Магазины, учебные заведения, пожарные депо	0,1
5	Поликлиники, диспансеры, амбулатории.	0,25
6	Больницы	0,3
7	Бани, лаборатории	1,0
8	Предприятия общественного питания, гаражи	0,7
9	Прачечные	0,8
10	Детские-ясли и сады	0,1
11	Школы общеобразовательные	0,08

Примечание. При отсутствии перечня общественных зданий принимается $q_v = 0,2$ ккал/м³·ч·град.

Приложение 11

Усредненная теплота сгорания различных видов топлива [8]

№ п/п	Наименование топлива	$Q_{н.пр}^p$, ккал/м ³
Каменный уголь		
1	В среднем для всех марок и сортов	6455
2	Для антрацитных марок:	
3	А	6540
4	Д	5280
5	АК	7080
6	АШ	6065
7	АРШ	6445
Нефтяное топливо		
1	Мазут	9800
2	Дизельное и моторное топливо	10000
3	Бензин	10445
4	Керосин	10260
Торф		
1	Кусковой	2730
2	Фрезерный	2450
Другие виды топлива		
1	Дрова складские всех пород 33%-ной влажности (м ³)	1302
2	Кокс	6500

Задание
на курсовую работу
по дисциплине «Системы водогазоснабжения предприятий»

1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1.1. Рассчитать потребность в воде зданий производственно-жилого микрорайона города.

1.2. Составить трассу и расчетную схему трубопроводов водораспределительной сети.

1.3. Подобрать трубопроводы водопроводной сети.

1.4. Рассчитать потери напора в водопроводной сети.

1.5. Подобрать водонапорное сооружение и насосную станцию.

2. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

2.1. Определить годовой расход природного газа на коммунально-бытовые нужды в жилых кварталах строящегося района города.

2.2. Определить годовой расход природного газа на отопление жилых зданий.

2.3. Определить годовой расход природного газа коммунально-бытовыми предприятиями.

2.4. Определить расход газа потребителями в часы наибольшего газопотребления.

2.5. Составить схему газоснабжения района. Произвести гидравлический расчет трубопроводов высокого и среднего давления газораспределительной сети.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ (вариант № ...):

1. Сведения о потребителях воды (в табличном виде);

2. План расположения объектов водоснабжения (в виде рисунка);

3. Сведения о потребителях газа (в табличном виде)

4. Месторождение и состав природного газа (в табличном виде);

5. План строящегося района населенного пункта (в виде рисунка).

Задание получил _____ Фамилия И.О.

Задание выдал _____ Фамилия И.О.

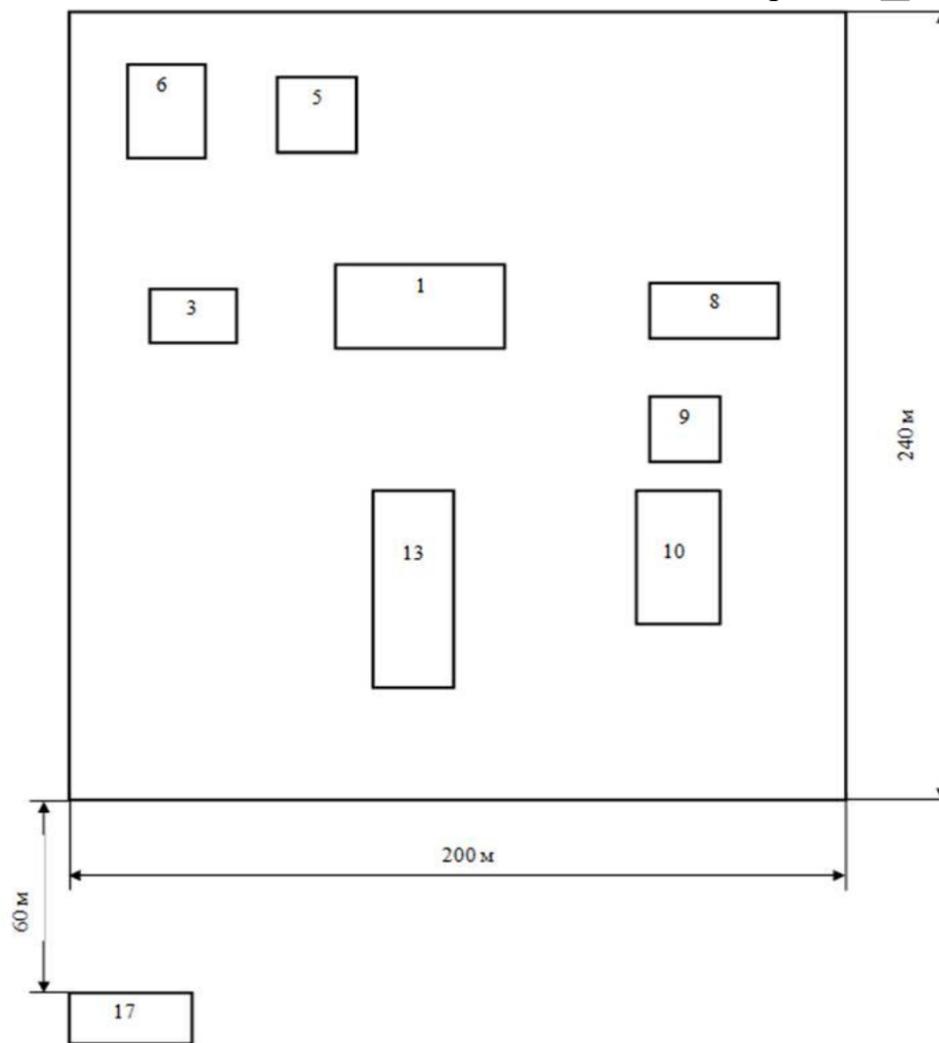


Рисунок 1. План производственной базы предприятия по обслуживанию техники: 1 - главный производственный корпус; 3 - пекарня; 5 - баня; 6 - котельная; 8 - механический цех; 9 - административно-бытовое здание; 10 - теплая стоянка для техники; 13 - автосервис; 17 - жилое здание.

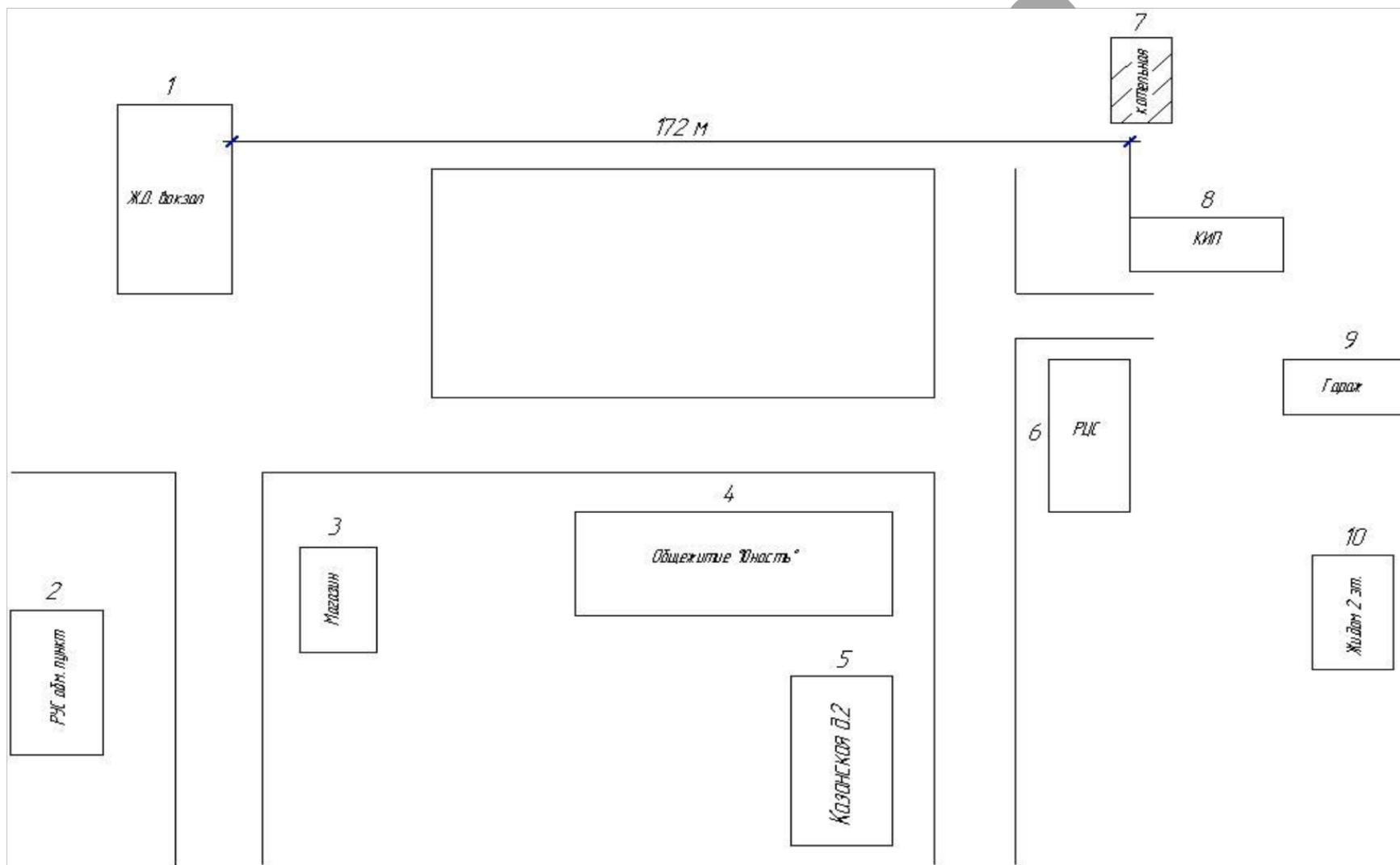


Рисунок 2. План расположения объектов водоснабжения промышленножилого микрорайона: 1 - больница; 2,5 - жилые здания; 3 - магазин прод. 4 - общежитие; 6 - хлебзавод; 7 - котельная; 8 - прачечная мех.; 9 - автосервис : 10 - завод металлоконструкций

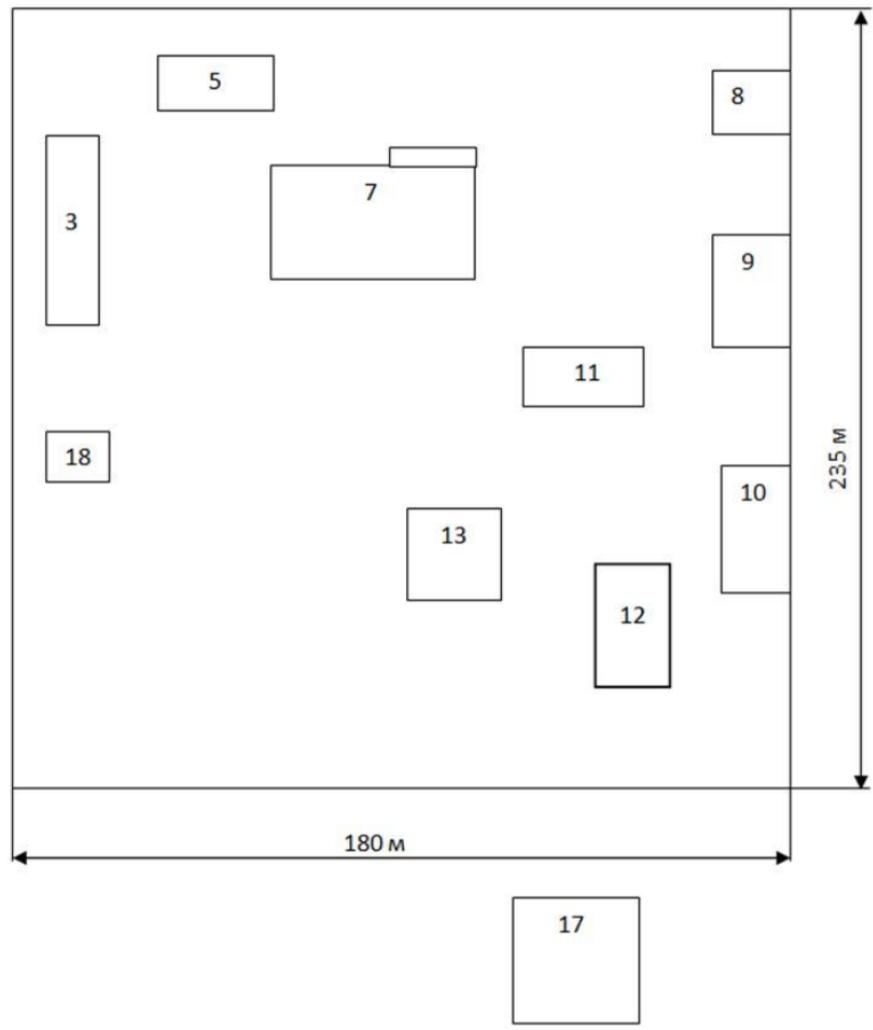


Рисунок 3. План производственной базы предприятия по ремонту и обслуживанию техники: 3 - теплая стоянка для автомобилей; 5 - столовая; 7 - главный производственный корпус; 8 - административно-бытовой корпус; 9 - цех ремонта бытовой техники; 10 - автосервис; 11 - кузнечно-сварочный цех; 12 - столярный цех; 17 - жилое здание; 13 - склад оборудования; 18 - котельная.

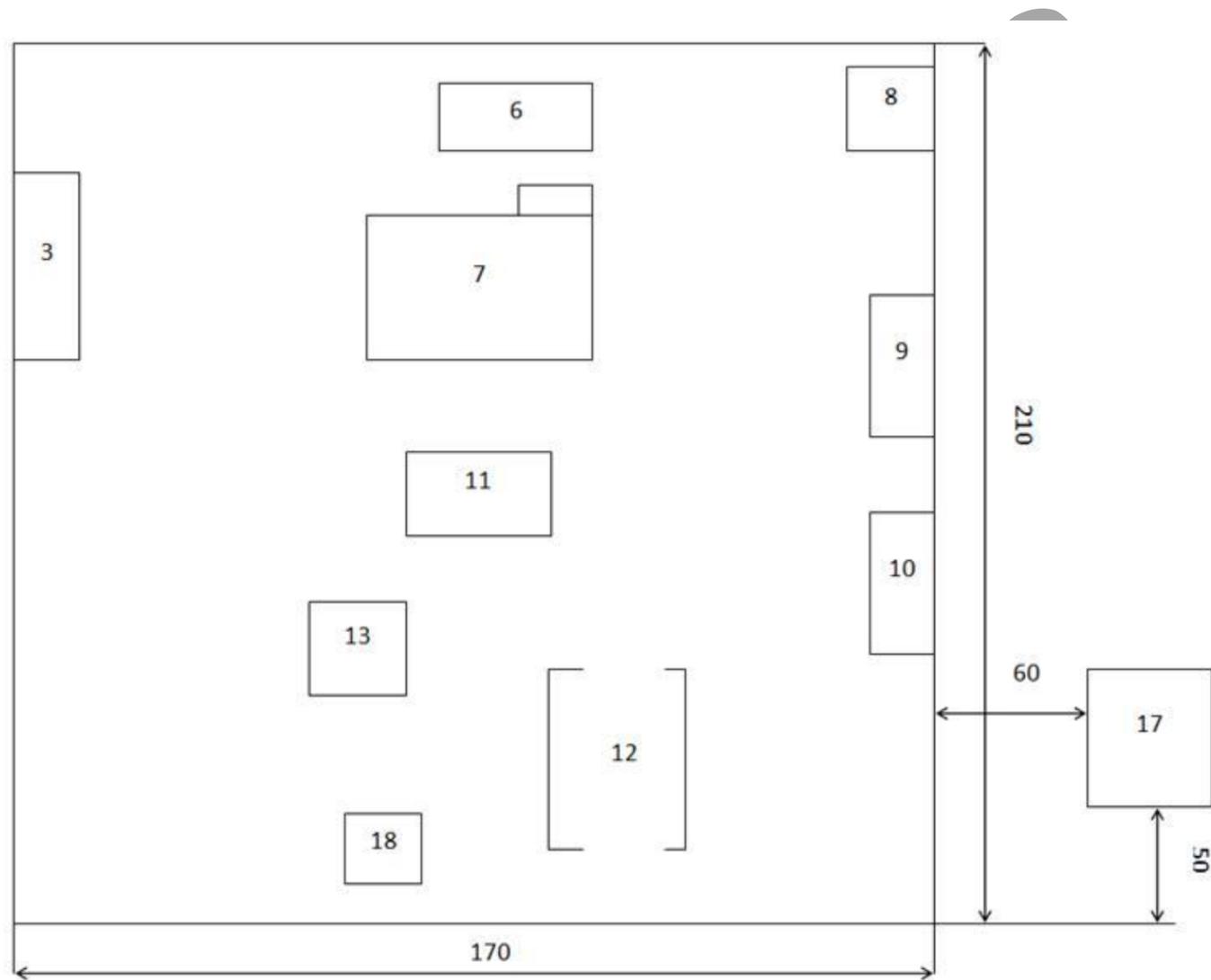


Рисунок 4. План расположения объектов водоснабжения ремонтного предприятия: 3 - цех оснастки; 6 - кузнечно-сварочный цех; 7 - производственный корпус; 8 - котельная; 9 - сервисный центр; 10 - материальный склад; 11 - механический цех; 12 - теплый гараж; 13 - прачечная; 17 - жилое здание; 18 – котельная

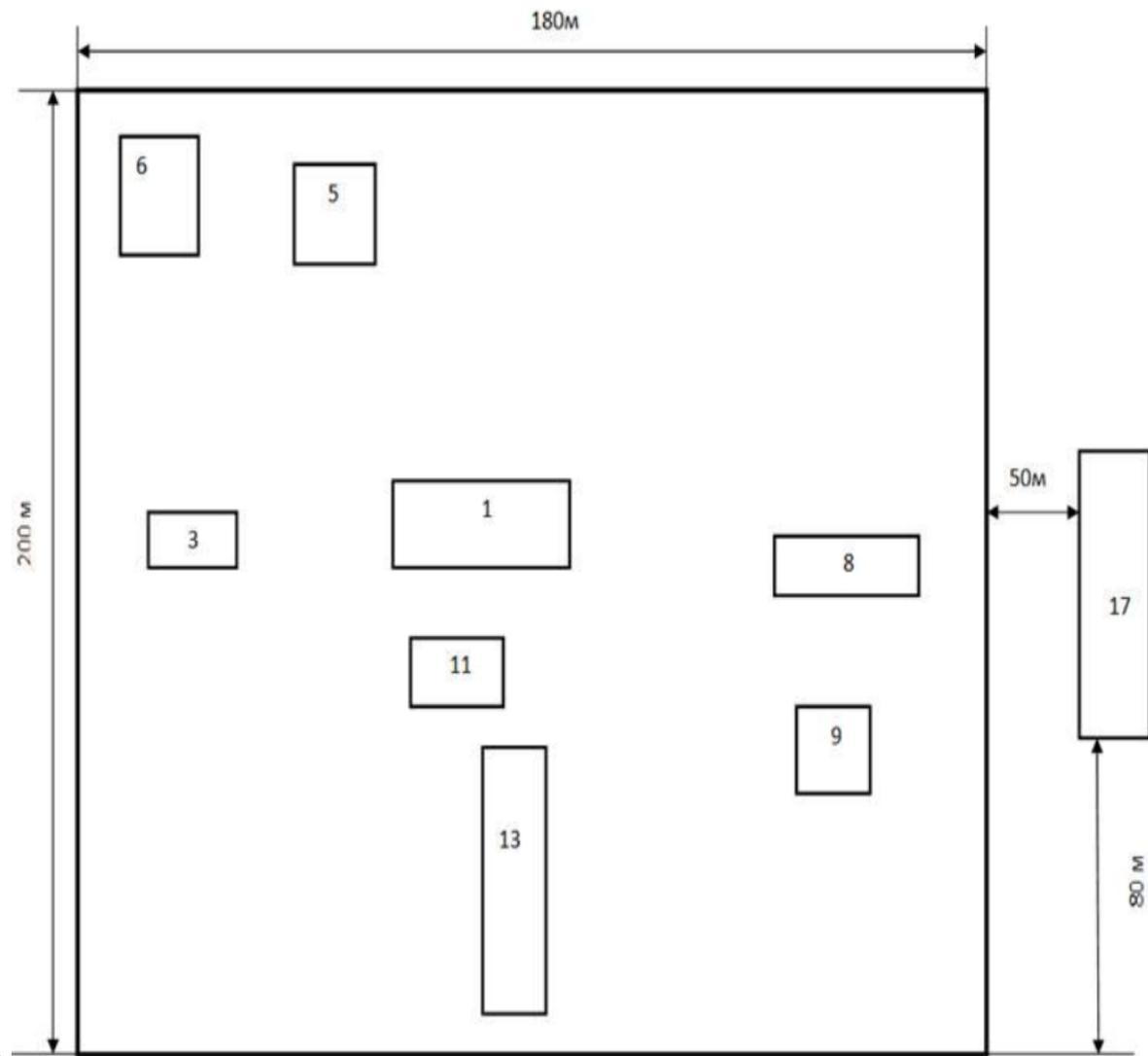


Рисунок 5. План расположения объектов водоснабжения производственного предприятия: 1 - производственный корпус; 3 - котельная; 5 - прачечная; 6 - цех вспомогательного оборудования; 8 - цех ремонта оборудования; 9 - административное здание с кафе; 11 - кузнечно-сварочный цех с душевыми; 13 - теплая стоянка для техники; 17 - жилое здание

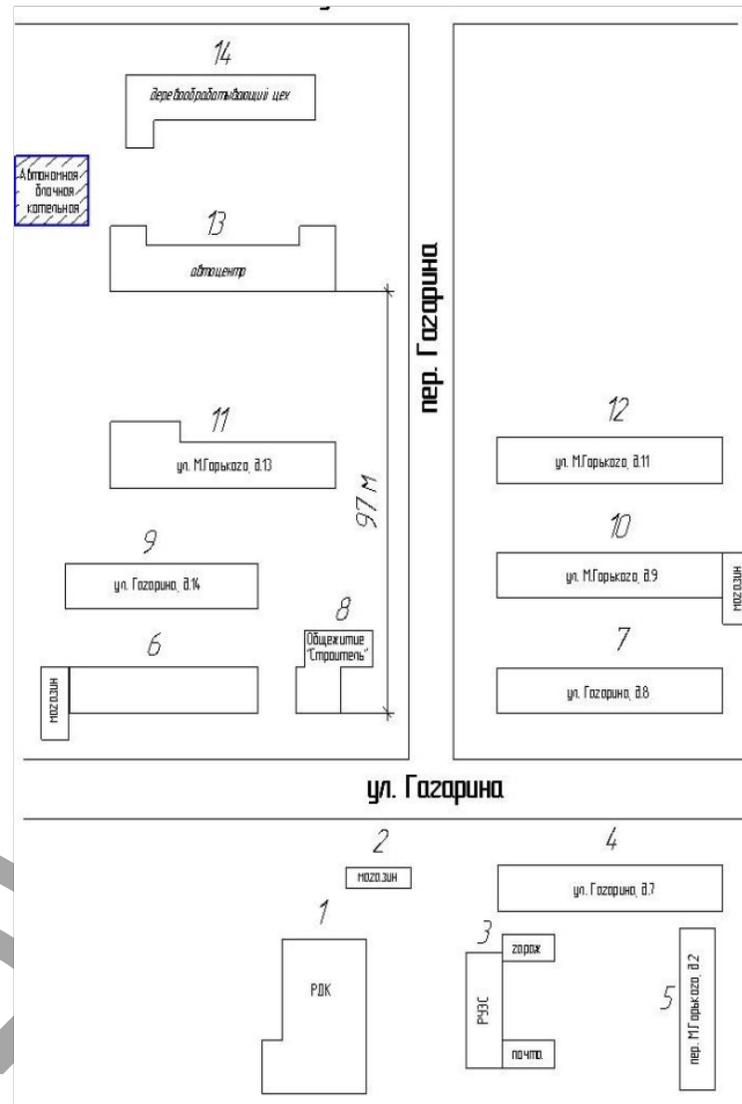


Рисунок 6. План расположения объектов водоснабжения производственно-жилого микрорайона: 6 - больница; 7 - гостиница с душами в номерах; 8 - общежитие с общими душевыми; 9, 10, 11, 12 - жилые здания; 13 - автосервис; 14 - деревообрабатывающий завод

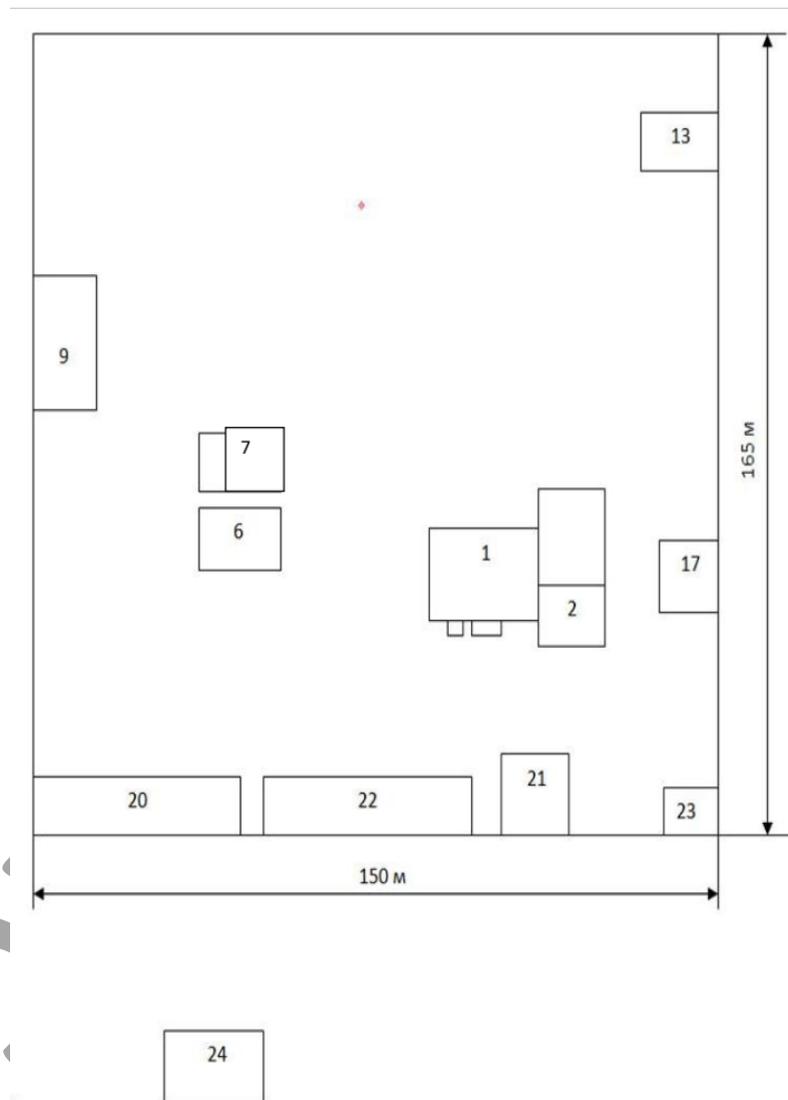


Рисунок 7. План расположения объектов водоснабжения производственного предприятия: 1, 2 - производственный цех с диагностикой; 6 - прачечная; 7 - автомойка; 9 - деревообрабатывающий цех; 13 - котельная; 17 - пекарня; 20 - теплая стоянка для техники; 21 - административное здание с кафе; 23 - проходная; 24 – жилое здание

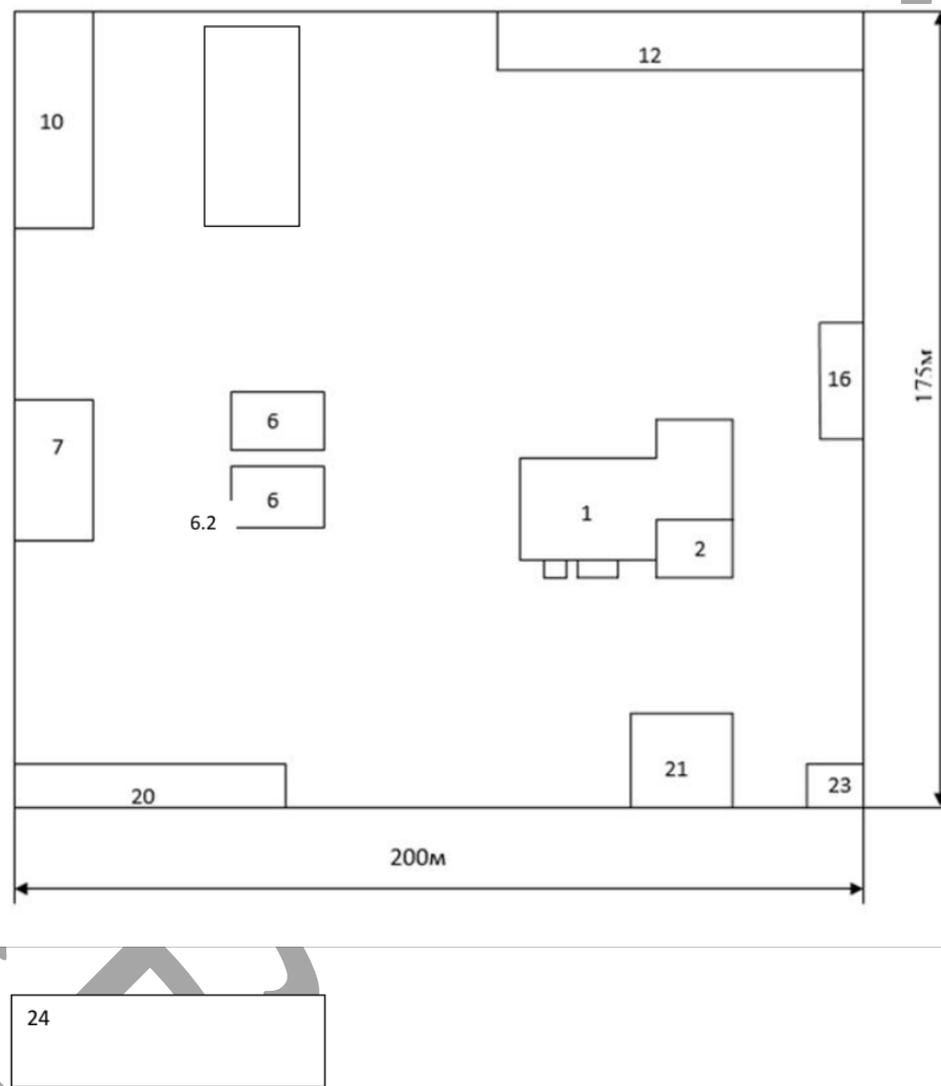


Рисунок 8. План расположения объектов водоснабжения сервисного центра грузовых автомобилей: 1, 2 - сервисный цех с диагностикой; 6 - котельная; 6.2 - автомойка; 7 - прачечная; 10 - столярный цех; 16 - баня; 20 - теплая стоянка для техники; 21 - административное здание; 23 - проходная; 24 - жилое здание.

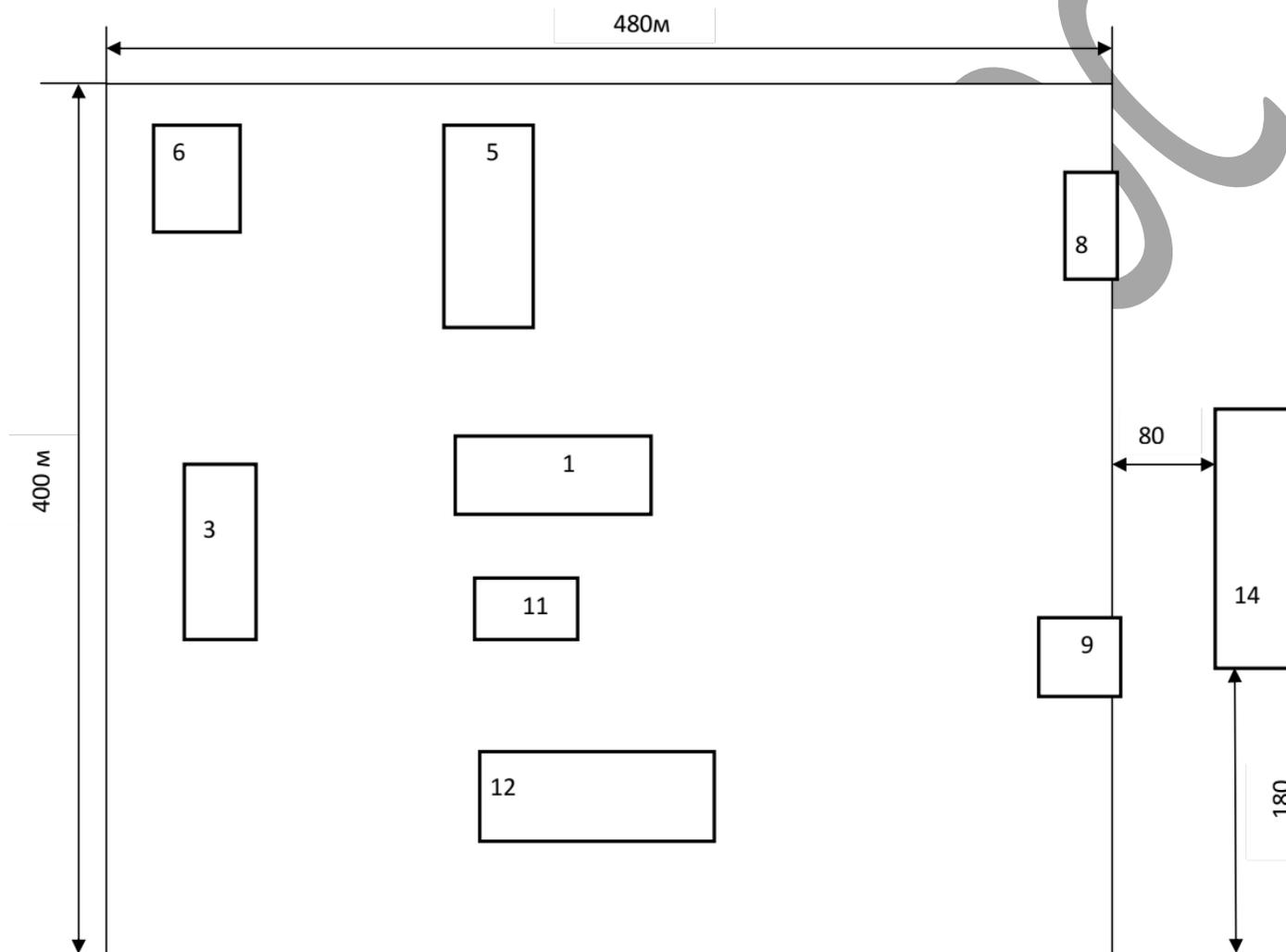


Рисунок 9. План базы технического обслуживания машин: 1 – производственный корпус; 3 – пекарня; 5 – ремонтный цех; 6 – котельная; 8 – магазин прод.; 9 – административное здание с кафе; 11 – автомойка; 12 – автосервис; 14 – жилое здание.

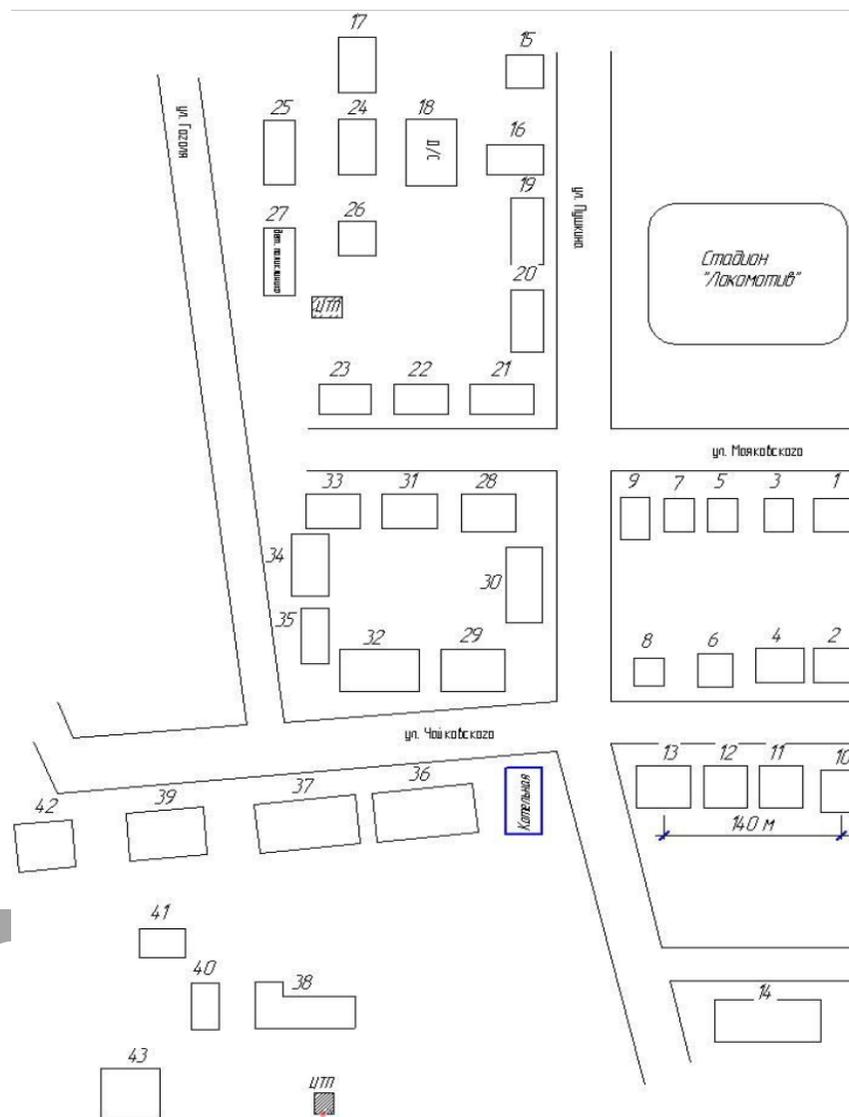


Рисунок 10. План расположения объектов водоснабжения административно-жилого микрорайона: 1 - школа; 2 - больница; 3, 15 - пекарня; 4, 27 - поликлиника; 5 - баня; 6, 26 - прачечная; 6, 19 - прод. магазин; 9 - спортзал с душевыми; жилые здания; 16, 40 - столовая; 17, 43 - автосервис; 18 - детский сад; 29 - офисное здание; 38 - механо-сборочный цех; 39 - комбинат здоровья; 41 - автомойка; 42 – лицей; остальные здания – жилые дома

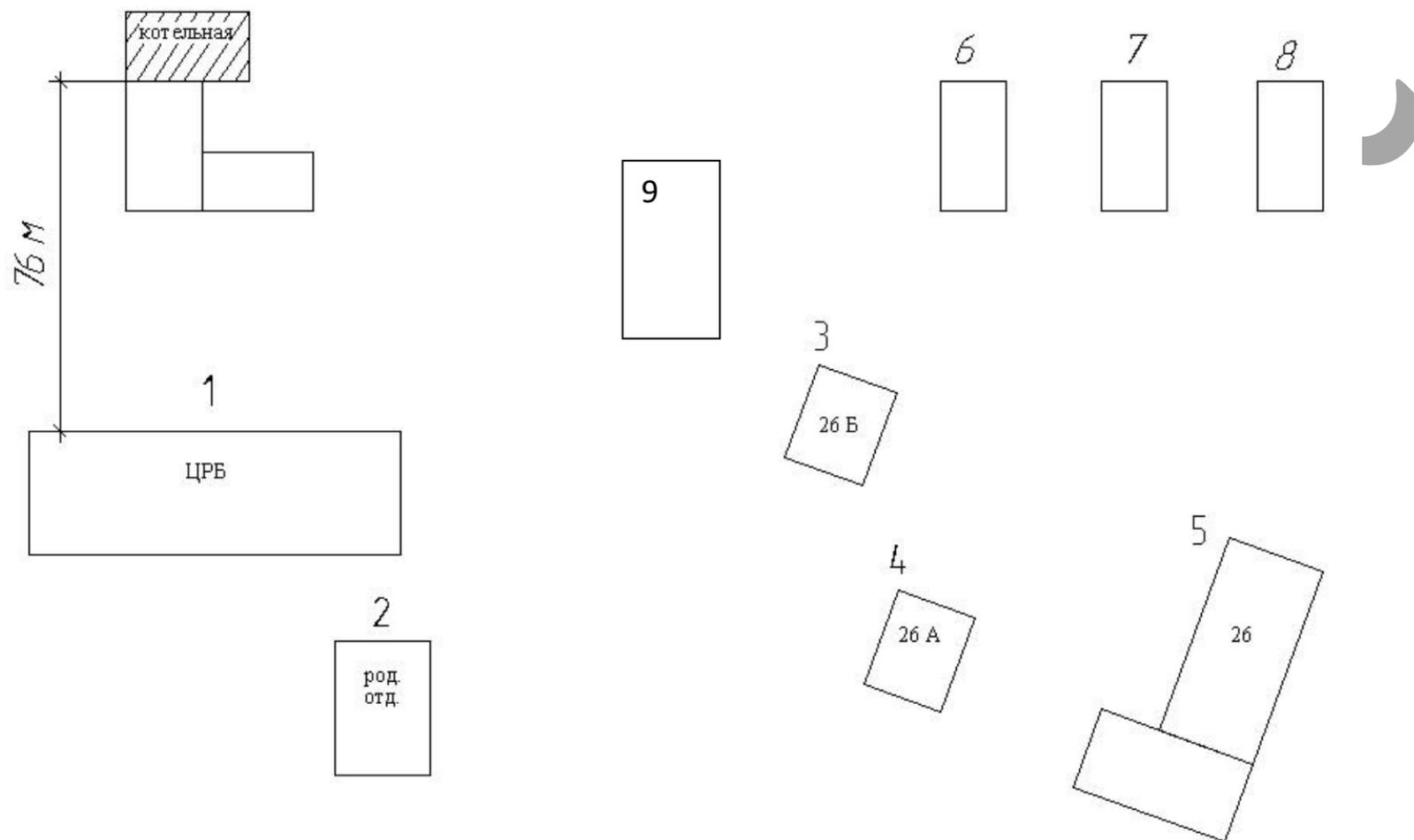


Рисунок 11. План расположения объектов водоснабжения производственно-жилого микрорайона: 1 - больница; 2 - роддом; 3 - пекарня; 4 - прачечная; 5 - завод металлоконструкций; 6, 7, 8 - жилые здания; 9 - школа

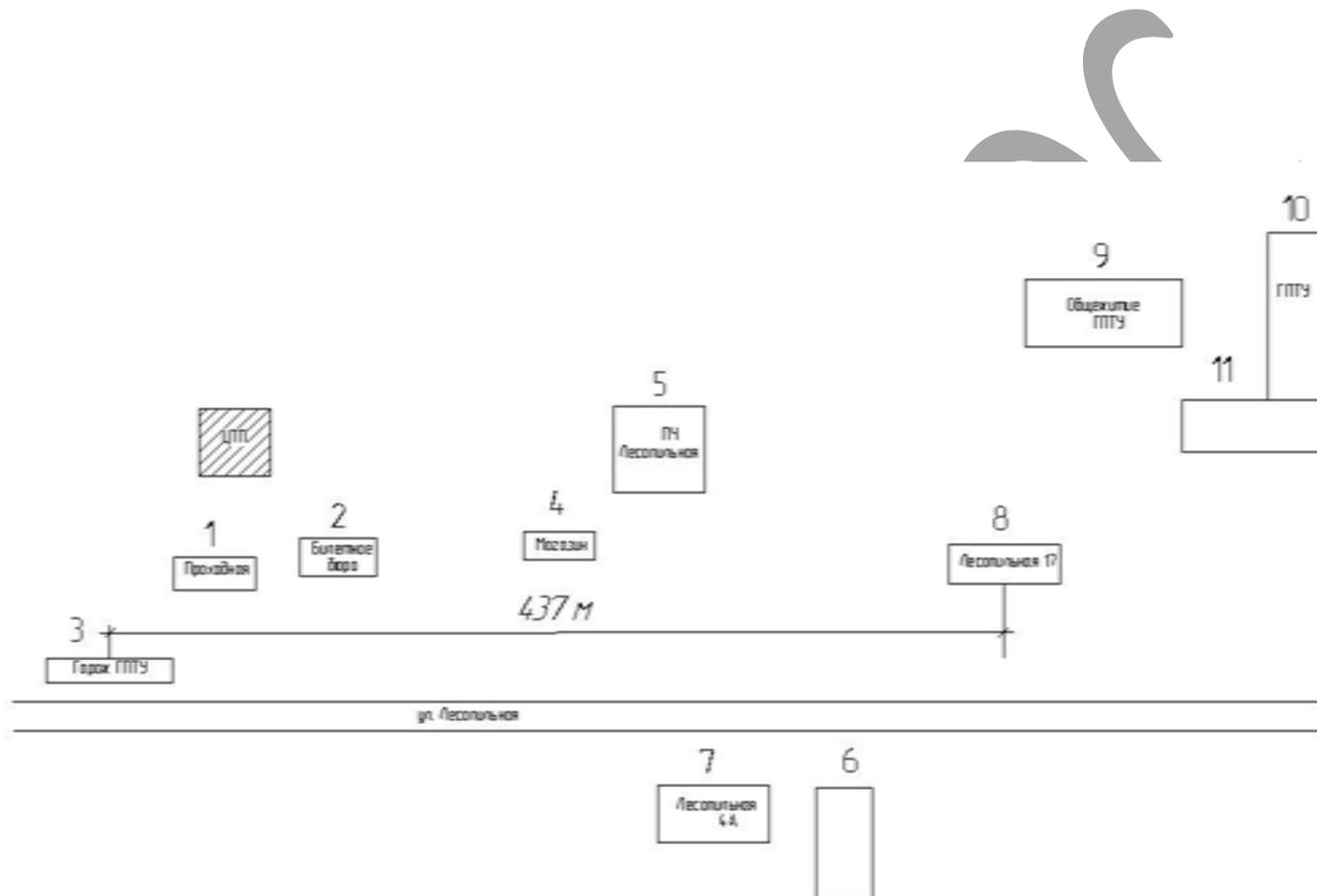


Рисунок 12. План расположения объектов водоснабжения производственно-жилого микрорайона: 1 - администрация; 2 - кафе; 3 - гараж; 4 - магазин прод.; 5 - деревообрабатывающий цех; 6, 7 - жилой дом; 8 - поликлиника; 9 - общежитие с общими душевыми; 10 - проф. колледж.

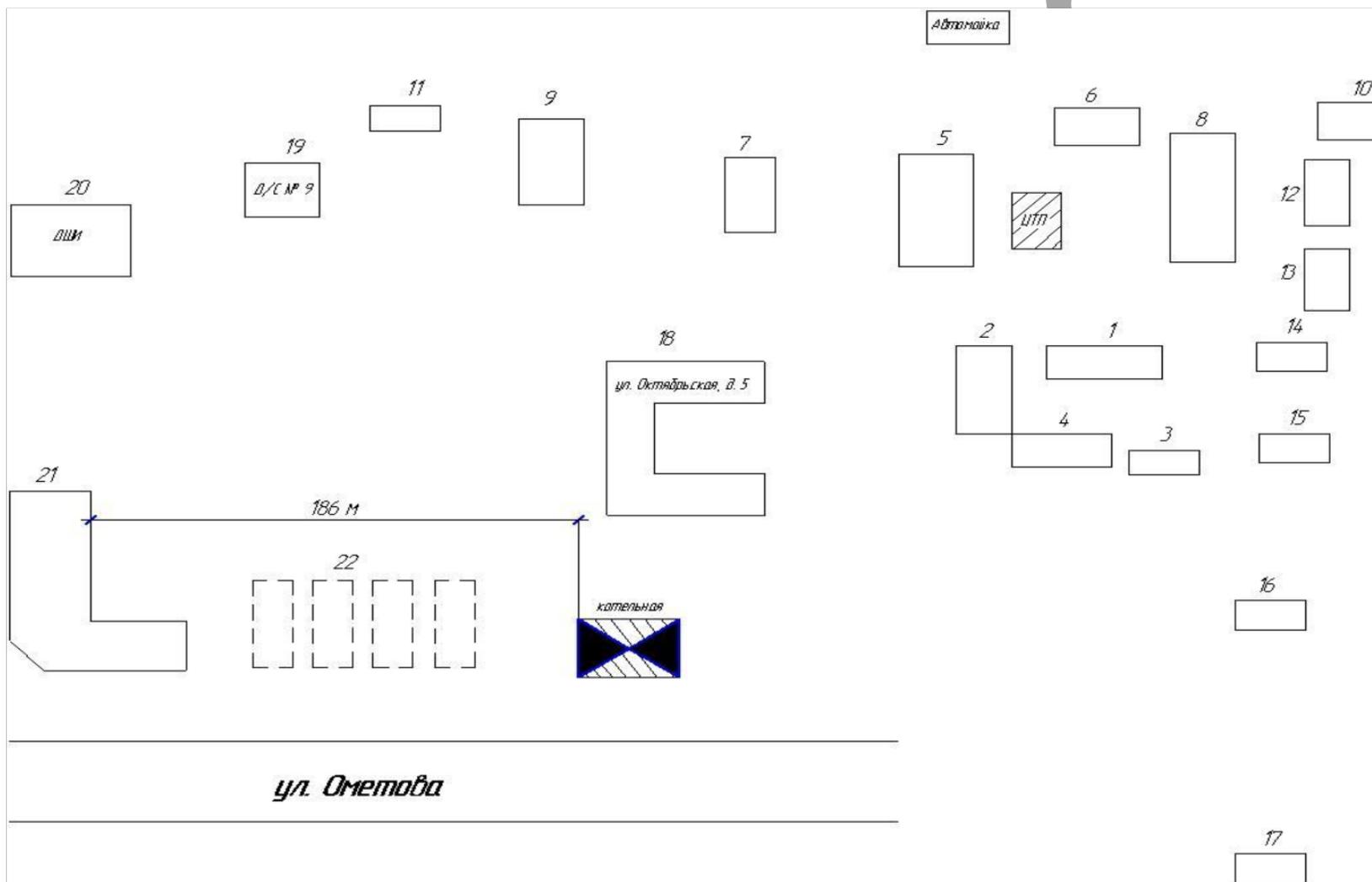
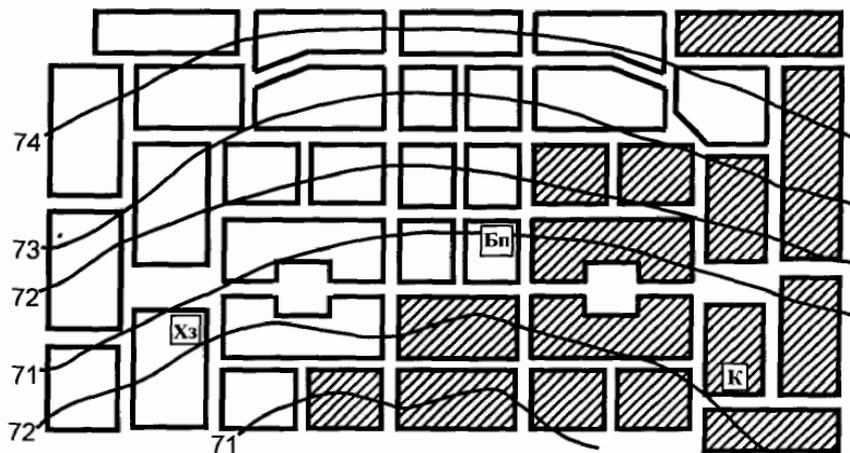


Рисунок 14. План расположения объектов водоснабжения производственно-жилого микрорайона: 1 - магазин прод., 3, 11 - прачечная мех., 5 - больница; 6 - пекарня; 7 - поликлиника; 8 - средняя школа, 10 - общежитие с душевыми в жилых секциях; 12 - детский сад; 13 - столовая; 15 - баня; 16 - автосервис; 17 - механический цех; 18 - жил. дом с промтов. магазином; 19 - пекарня; 20 - лицей; 21 - ДК с кафе. Остальные здания- жилые дома.

Приложение 14

Генпланы районов строительства (М 1:40000)

Генплан № 1



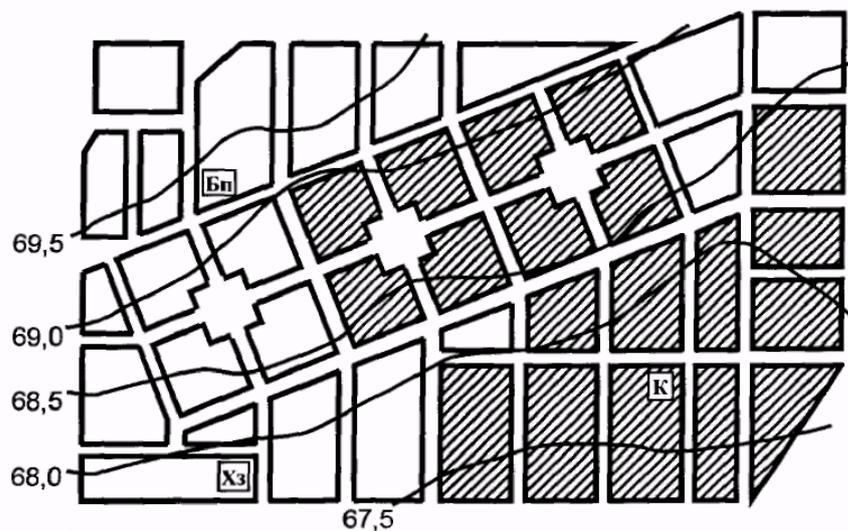
Условные обозначения:

Бп - банно-прачечный комбинат; Хз - хлебозавод; К - котельная;

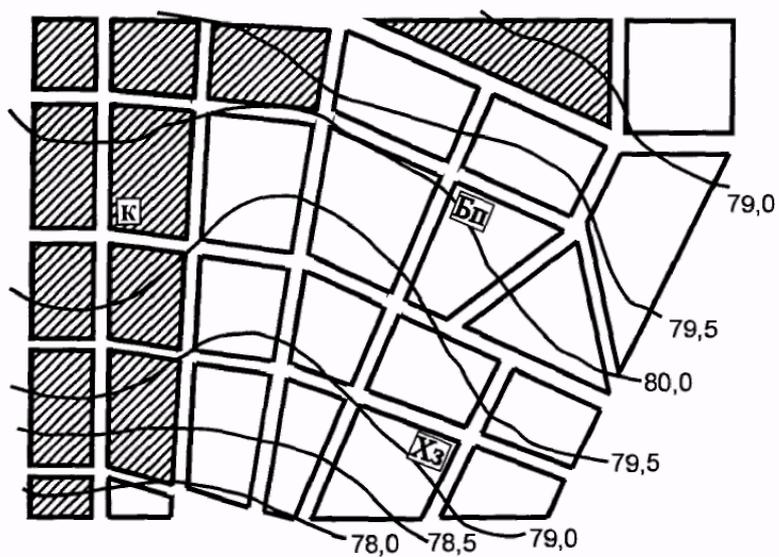
 кварталы с газовыми плитами и централизованным горячим водоснабжением;

 кварталы с газовыми плитами и газовыми проточными водонагревателями.

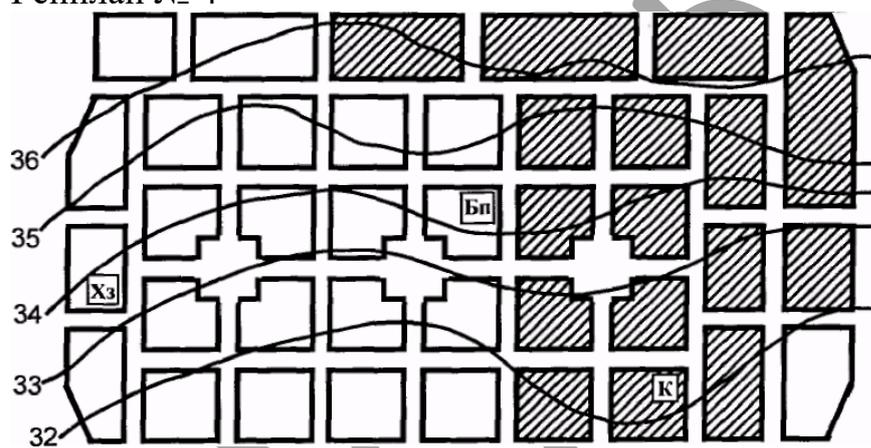
Генплан № 2



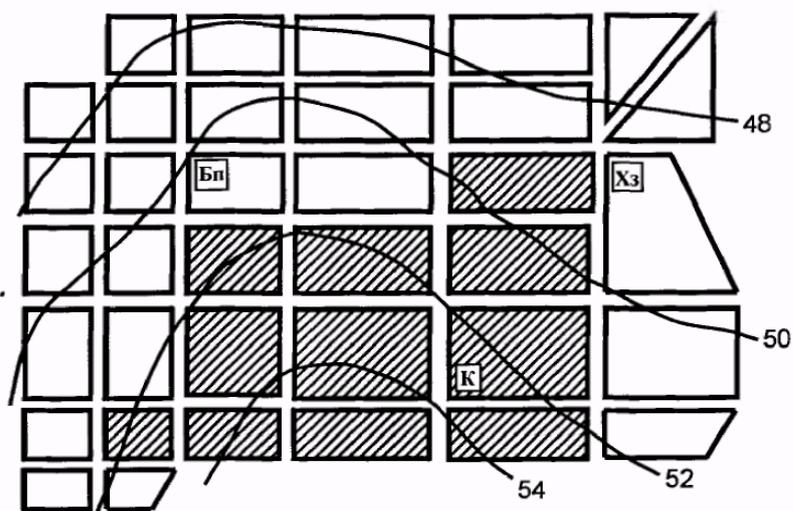
Генплан № 3



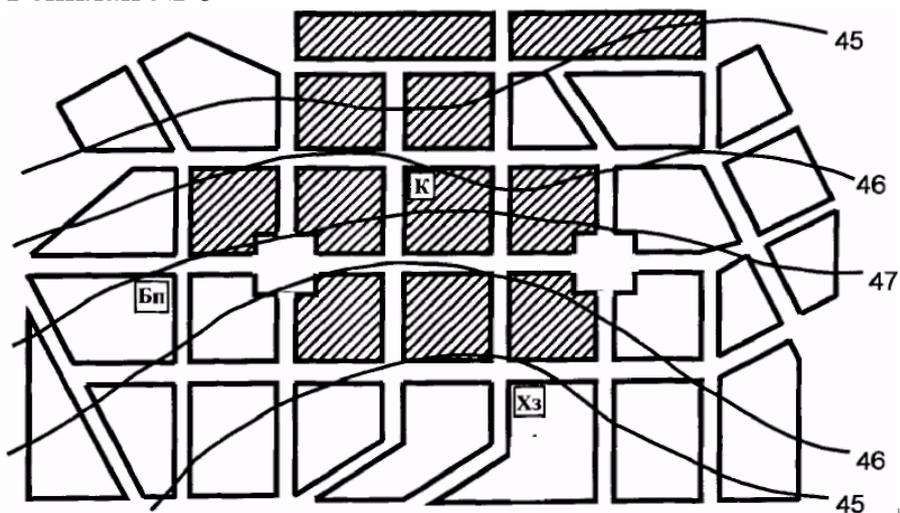
Генплан № 4



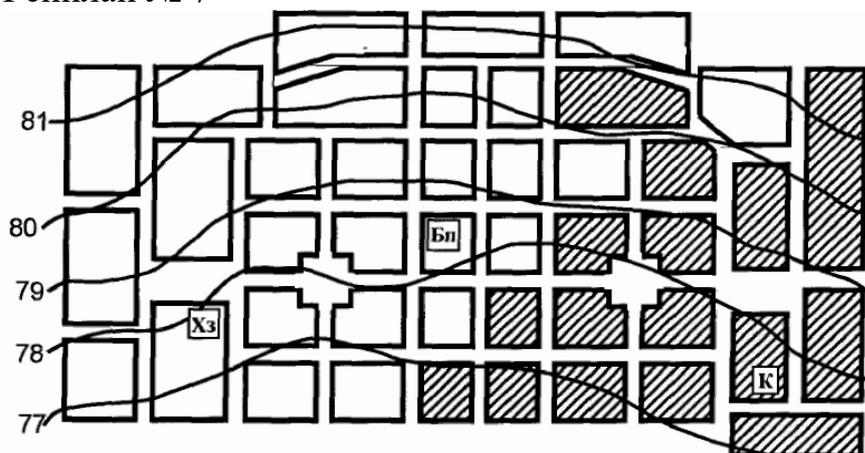
Генплан № 5



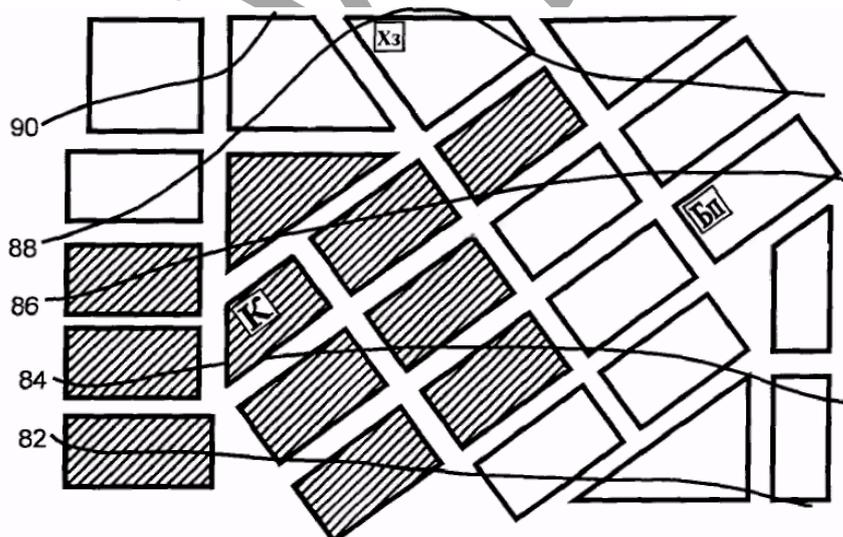
Генплан № 6



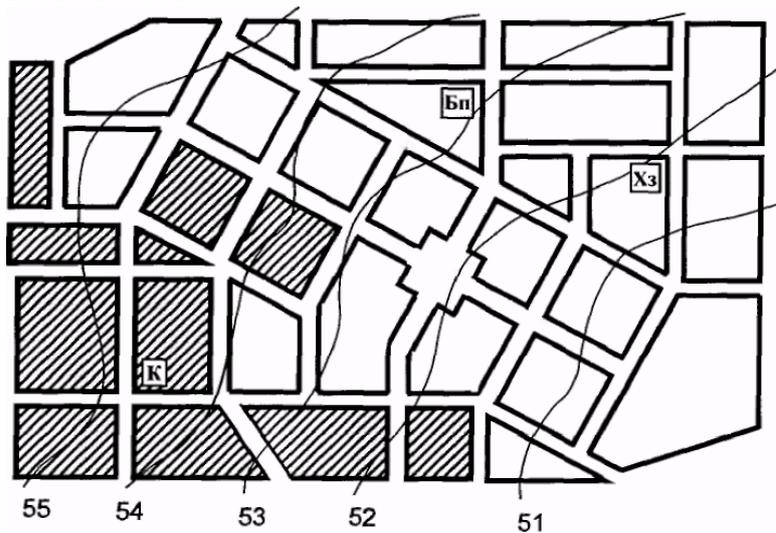
Генплан № 7



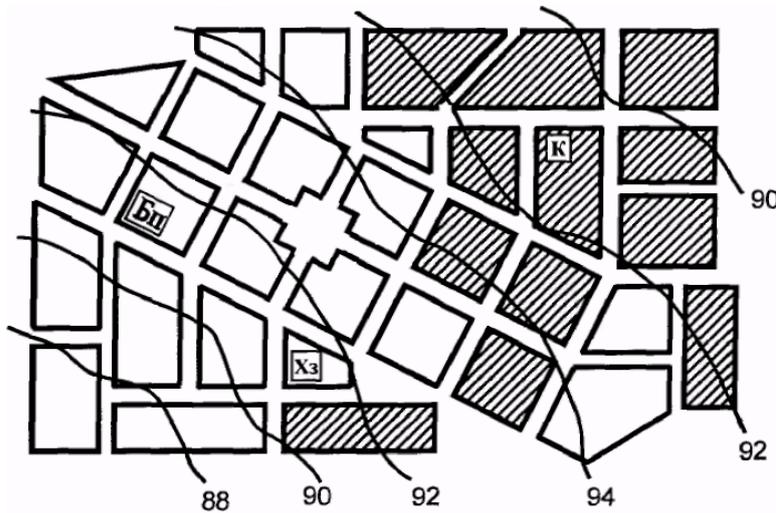
Генплан № 8



Генплан № 9



Генплан № 10



Содержание

Введение	3
1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ	4
1.1. Расчет расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды абонентов	4
1.2. Составление трассы и расчетной схемы водопроводной сети	7
1.3. Гидравлический расчет водопроводной сети	10
1.4. Выбор оборудования водопроводной сети	15
1.4.1. Выбор водонапорного сооружения	15
1.4.2. Выбор насосной станции	20
2. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ	25
2.1. Расчет характеристик газообразного топлива	25
2.2. Определение численности населения	22
2.3 Расчет потребности газа	27
2.4. Определение часовых расходов газа различными потребителями	36
2.5. Расчет тупиковой газовой сети	37
3. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ	44
3.1. Требования к содержанию и оформлению курсовой работы	44
3.2. Задание и исходные данные для выполнения курсовой работы	46
Библиографический список	60
Приложения	61
Приложение 1. Теплота сгорания сухих горючих газов (при 0°С и 101,3 кПа)	61
Приложение 2. Характеристики чистых газов при нормальных физических условиях	62
Приложение 3. Номинальные расходы газа газовыми приборами коммунально-бытового назначения	63
Приложение 4. Значение коэффициента одновременности K_o для жилых зданий	64
Приложение 5. Нормы расхода газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды и количество расчетных единиц потребления газа	65
Приложение 6. Значения коэффициентов часового максимума расхода газа на бытовые и коммунально-бытовые нужды	68
Приложение 7. Значения коэффициентов часового максимума расхода газа для коммунально-бытовых предприятий	68

Приложение 8. Удельные отопительные характеристики жилых и общественных зданий q_0 при $t_{н.о} = -30^\circ \text{C}$	69
Приложение 9. Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха $t_{вн}$, град	69
Приложение 10. Удельные вентиляционные характеристики общественных зданий q_e , ккал/м ³ ·ч·град	70
Приложение 11. Усредненная теплота сгорания различных видов топлива	71
Приложение 12. Задание на курсовую работу по дисциплине «Системы водогасоснабжения предприятий»	72
Приложение 13. Планы расположения объектов водоснабжения	73
Приложение 14. Генпланы районов строительства (М 1:40000)	87