МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Профессионально-педагогического
колледжа СГТУ имени Гагарина Ю.А.
_____ Т.И. Кузнецова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине

ОП.04 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ

специальность

08.02.15 ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методические рекомендации рассмотрены
на заседании цикловой методической комиссии
технических специальностей

Председатель ЦМК _____ Е.Э.Воеводина

Саратов 2024

Методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.04 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) среднего профессионального образования по специальности (далее – СПО) 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве, утверждённого приказом Министерства Просвещения РФ от 13.07.2023 г. № 531

Разработчик:
Князева Е.Н. - преподаватель ППК СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Оглавление

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ 4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА МЕТОДОМ ПРОЕКТНЫХ ОТМЕТОК. 6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2 ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ И УЛИЦЫ 14
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ НА ПЛАНАХ И СХЕМАХ 17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....20
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ДЛЯ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДОВ 25
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6 НАНЕСЕНИЕ НА ПЛАНЫ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ СЕТЕЙ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА 31
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7 СОСТАВЛЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ 46
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №8 НАНЕСЕНИЕ НА ПЛАНЫ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ СЕТЕЙ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ 49
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №9 СОСТАВЛЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЙ. 52
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №10 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ (НАРУЖНОЙ СТЕНЫ, НАДПОДВАЛЬНОГО И ЧЕРДАЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ) 57
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №11 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЗДАНИЯ 75
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №12 РАСЧЁТ ПЛОЩАДИ И ЧИСЛА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ 87
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 90
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №13 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ.ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО КАНАЛА. 92
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №14 РАССМОТРЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ АЗОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ И ЗДАНИЙ 98
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №15 РАСЧЕТ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ. 103

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены в качестве методического пособия при проведении практических занятий по ОП.04 «Общие сведения об инженерных системах территорий и зданий» для специальности 08.02.15 «Информационное моделирование в строительстве»

Практические занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем дисциплины. Выполнение обучающимися практических заданий позволяет им понять, где и когда изучаемые практические умения могут быть использованы в будущей практической деятельности.

Целью практических занятий является приобретение практических умений и навыков.

Методические рекомендации по каждому практическому занятию имеют теоретическую часть с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами; алгоритм выполнения заданий.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

№ п/п	Наименование	Кол-во часов
1	Вертикальная планировка методом проектных отметок.	2
2	Построение поперечного профиля дороги и улицы.	2
3	Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах.	2
4	Гидравлический расчет системы водоснабжения.	2
5	Определение расчетных расходов для наружных водопроводов.	4
6	Нанесение на планы этажей зданий сетей внутреннего водопровода.	4
7	Составление аксонометрической схемы холодного водоснабжения зданий.	4
8	Нанесение на планы этажей зданий сетей внутренней канализации.	4
9	Составление аксонометрической схемы канализации зданий.	4
10	Теплотехнический расчет наружных ограждений (наружной стены, надподвального и чердачного перекрытия).	4
11	Расчет теплопотерь здания.	4
12	Расчѐт площади и числа отопительных приборов.	4
13	Расчет вентиляции, подбор сечения вентиляционного канала.	4
14	Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий.	4
15	Расчет временного электроснабжения строительной площадки.	2

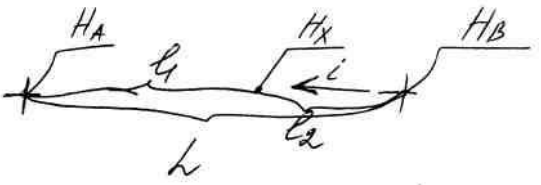
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА МЕТОДОМ ПРОЕКТНЫХ ОТМЕТОК.

Цель: Изучение метода вертикальной планировки территории в проектных отметках. Построение в проектных отметках улиц, дорог, кварталов.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Изучение и оценка существующего рельефа.
3. Выполнить прокладку дорог (ширину одной полосы принять 3,5 м). Переломные точки расположить через 100 м.
4. Определить существующие отметки рельефа (чѐрные).
5. Определить $i = \frac{(H_A - H_B)}{L}$ уклон .
6. Определить красную отметку.



$$H_X = i \cdot l_1 + H_A \quad (\text{или } H_X = H_B - (i \cdot l_2))$$

7. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Схему организации рельефа выполняют методом проектных (красных) отметок *красными,* или проектными, называют отметки преобразованного рельефа.

Отметки существующего рельефа называют *чѐрными.* Разность между проектной отметкой и отметкой существующего рельефа даѐт *рабочую* отметку, указывающую на величину срезки или подсыпки грунта в данной точке.

На чертеже схемы организации рельефа наносят в местах пересечения осей проезжей части улиц и в точках изменения уклона – переломах существующие (чѐрные) и проектные (красные) отметки; стрелкой показывают направление продольного уклона улицы (от более высоких отметок к пониженным), над стрелкой указывают проектный уклон, а под ней – расстояние между точками, ограничивающими участок улицы с этим уклоном.

Чѐрные отметки определяют по топографическому плану интерполяцией между чѐрными горизонталями (рис. 4) по формуле:

$$\mathbf{H_x = \frac{H_B - H_A}{L} \cdot l + H_A},$$

где H_B – отметка нижележащей горизонтали; H_A – отметка вышележащей горизонтали;

L – расстояние между горизонталями;

l – расстояние от искомой точки до вышележащей горизонтали.

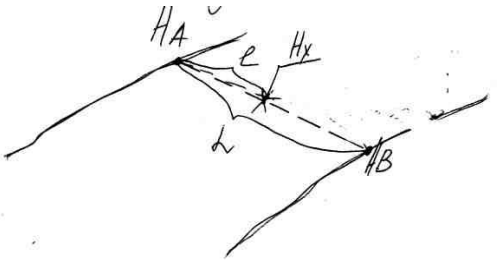


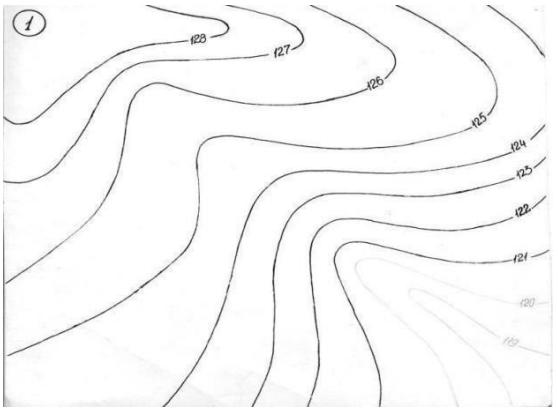
Рис. 4 Схема определения точки

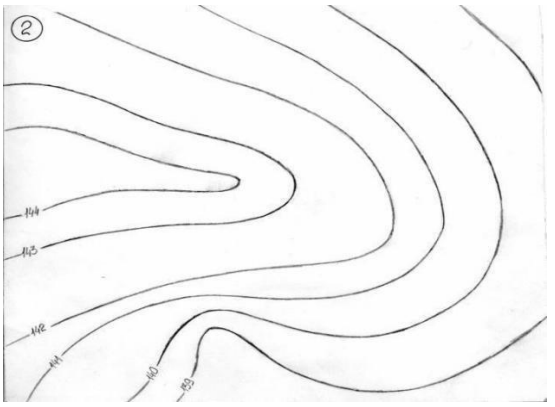
Уклон поверхности между двумя точками определяется отношением разницы отметок этих точек к горизонтальному расстоянию между ними:

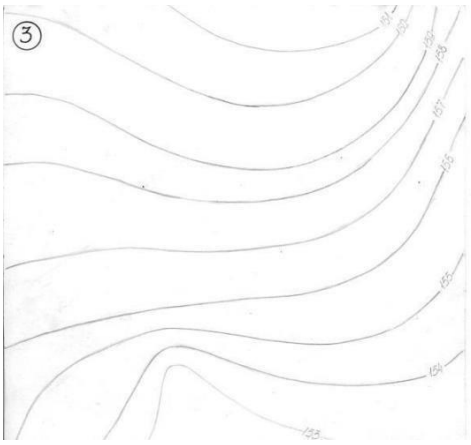
$$\mathbf{i = \frac{(H_A - H_B)}{L}}.$$

Полученную величину *i* обычно округляют до тысячных долей. Допустимые уклоны находятся в пределах от 0,004 до 0,08.

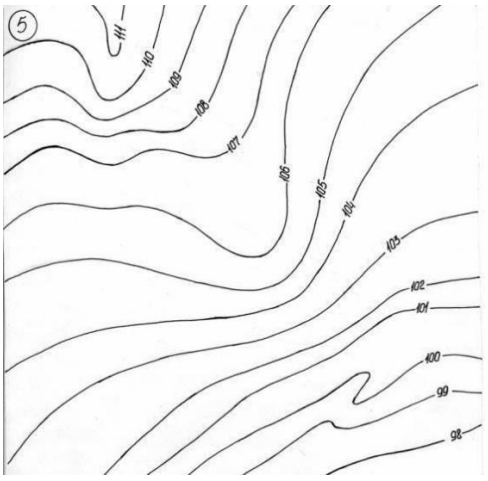
Варианты задания:

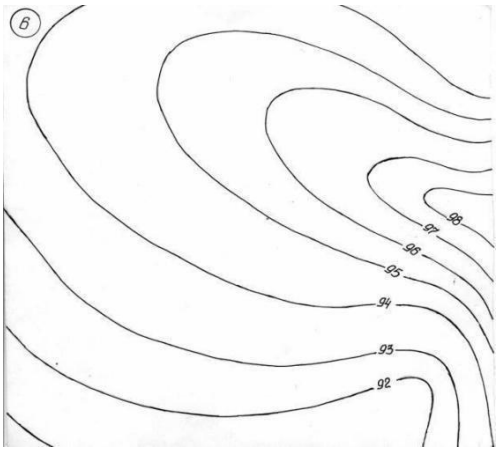

1
128
127
126
125
124
123
122
121
120
119


2
144
143
142
141
140
139

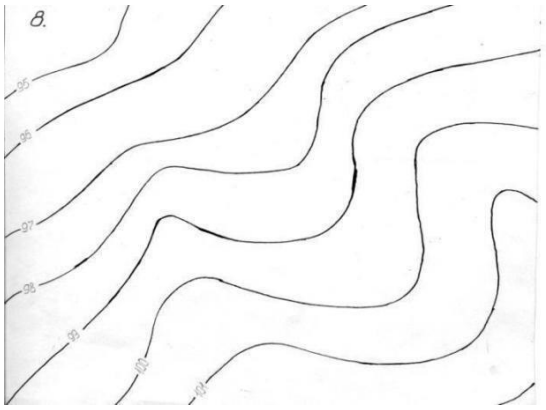

3
154
153

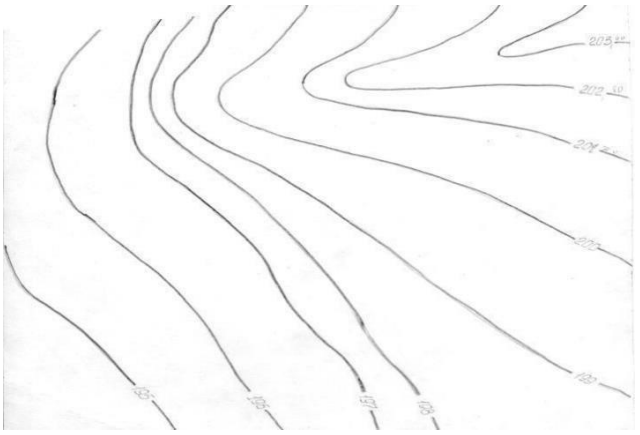
4


5
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
100
99
98

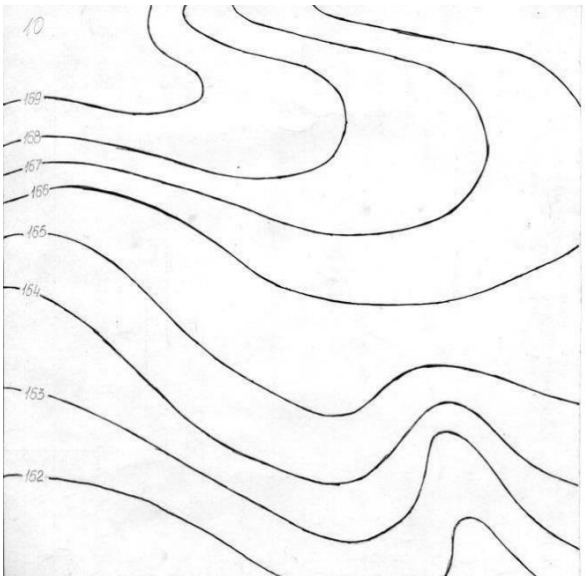

6
98
97
96
95
94
93
92

8.

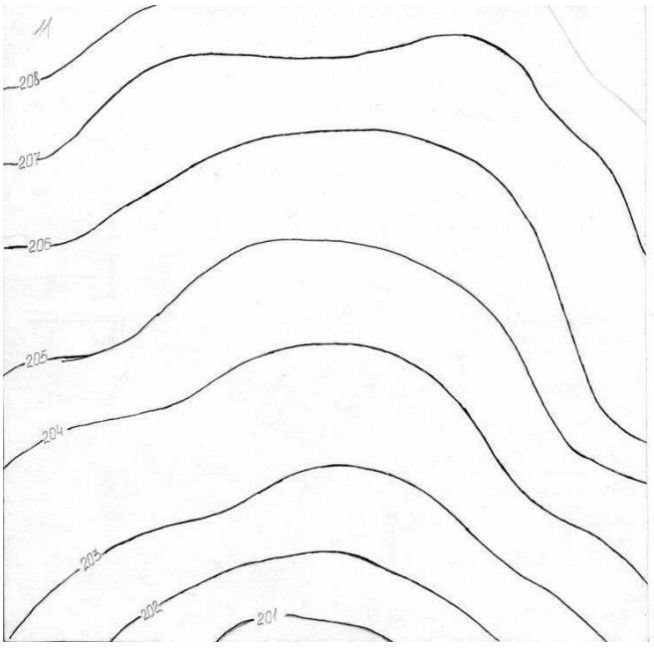

95
96
97
98
99
100
101


203
202
201
200
199
198
197
196

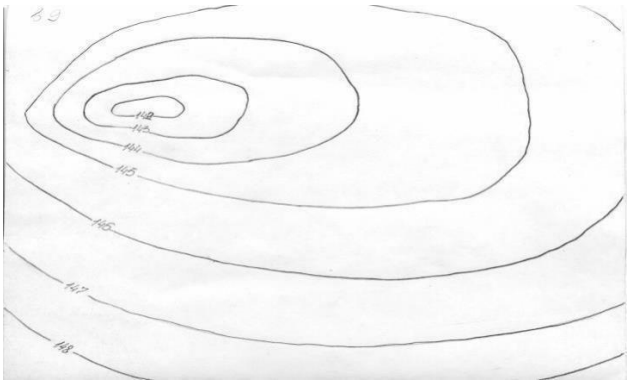
10


159
158
157
156
155
154
153
152

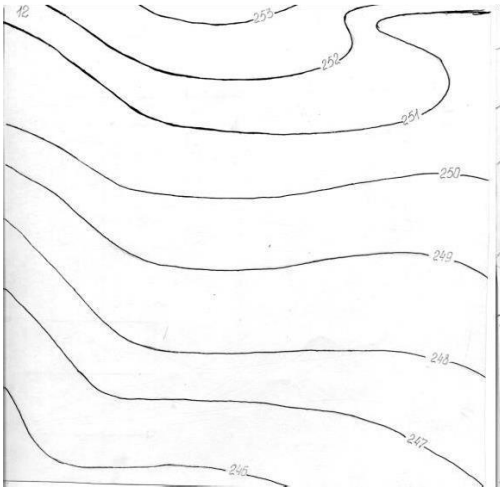
11


208
207
206
205
204
203
202
201

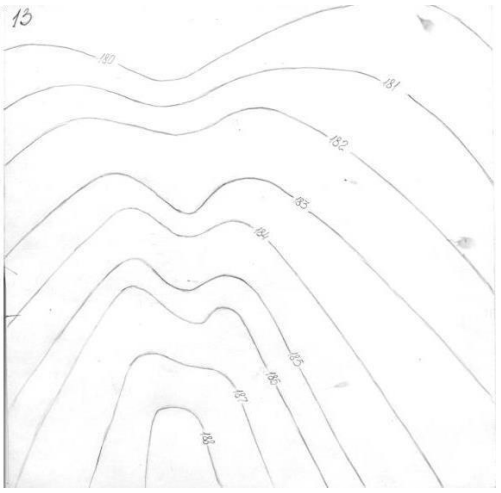
12


142
143
144
145
146
147
148

12


253
252
251
250
249
248
247
246

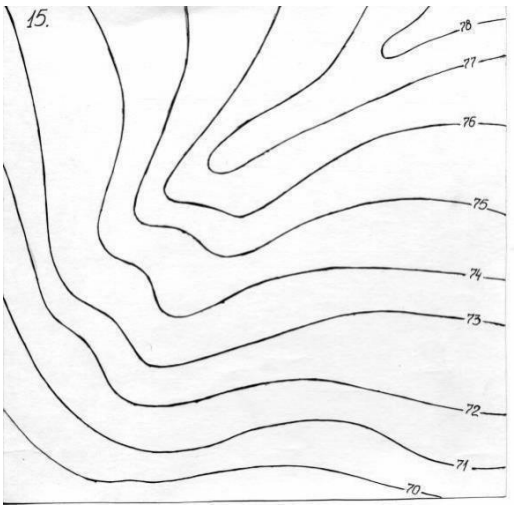
13


180
181
182
183
184
185
186
187
188

14

178
177
176
175
174
173
172

15.


78
77
76
75
74
73
72
71
70

16

139
138
137
136
135
134
133
132

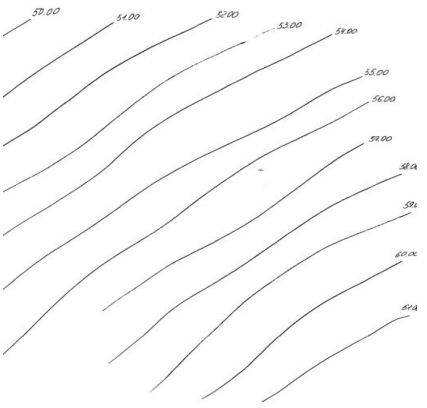
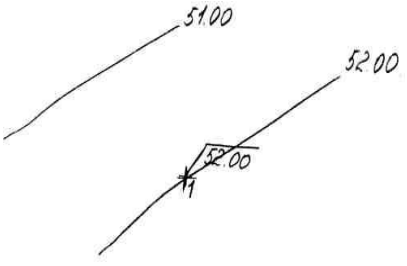


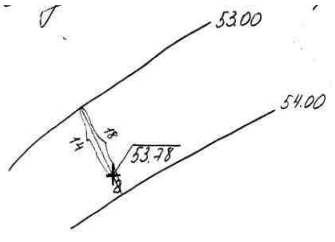
Рис.5 Схема горизонталей

Выполнить составление схемы поверхностного стока с территории. Определить направление стока, нанести чѐрные и красные отметки, расстояния, уклоны между характерными точками.

1. Рельеф местности равнинный.
2. Выполняем прокладку дорог. Ширину дороги принимаем 3,5 м. Переломные точки 100 м (в масштабе 5 см).
3. Определить чѐрные отметки точек.



Точка 1 проходит через горизонталь с отметкой 52.00. Следовательно, чѐрная отметка т. 1=52.00.



Точка 2 находится между горизонталями с отметками 53.00 и 54.00. Чѐрную отметкой т. 2 определяем интерполяцией.

$$\mathbf{H_2 = \left(\frac{(54{,}00 - 53{,}00)}{18}\right) \cdot 14 + 53{,}00 = 53{,}78}$$

Аналогично определяем отметки всех точек.

4. определяем уклон между точками

$$1 - 2 = \frac{53{,}78 - 52{,}00}{100} = 0{,}018,$$

$$2 - 3 = \frac{55{,}20 - 53{,}78}{100} = 0{,}014,$$

$$3 - 4 = \frac{57{,}86 - 55{,}20}{100} = 0{,}027,$$

$$4 - 5 = \frac{57{,}86 - 56{,}25}{100} = 0{,}061,$$

$$5 - 2 = \frac{56{,}25 - 53{,}78}{100} = 0{,}025,$$

$$5 - 6 = \frac{56{,}25 - 54{,}47}{100} = 0{,}018,$$

$$6 - 1 = \frac{54{,}47 - 52{,}00}{100} = 0{,}025,$$

$$7 - 6 = \frac{56{,}61 - 54{,}47}{100} = 0{,}021,$$

$$8 - 5 = \frac{58{,}55 - 56{,}25}{100} = 0{,}023,$$

$$9 - 4 = \frac{60{,}24 - 57{,}86}{100} = 0{,}024,$$

$$7 - 8 = \frac{58{,}55 - 56{,}61}{100} = 0{,}019,$$

$$8 - 9 = \frac{60{,}24 - 58{,}55}{100} = 0{,}017.$$

5. Определяем красные отметки точек.

$$m.2 = 0{,}018 \cdot 100 + 52{,}00 = 52{,}18$$

$$m.3 = 0{,}014 \cdot 100 + 52{,}18 = 52{,}32$$

$$m.4 = 0{,}027 \cdot 100 + 52{,}32 = 52{,}59$$

$$m.5 = (0{,}061 \cdot 100) - 52{,}59 = 51{,}98$$

$$m.6 = (0{,}018 \cdot 100) - 51{,}98 = 51{,}80$$

$$m.7 = (0{,}021 \cdot 100) + 51{,}80 = 52{,}01$$

$$m.8 = (0{,}019 \cdot 100) + 52{,}01 = 52{,}20$$

$$m.9 = (0{,}017 \cdot 100) + 52{,}20 = 52{,}37$$

Образец оформления работы

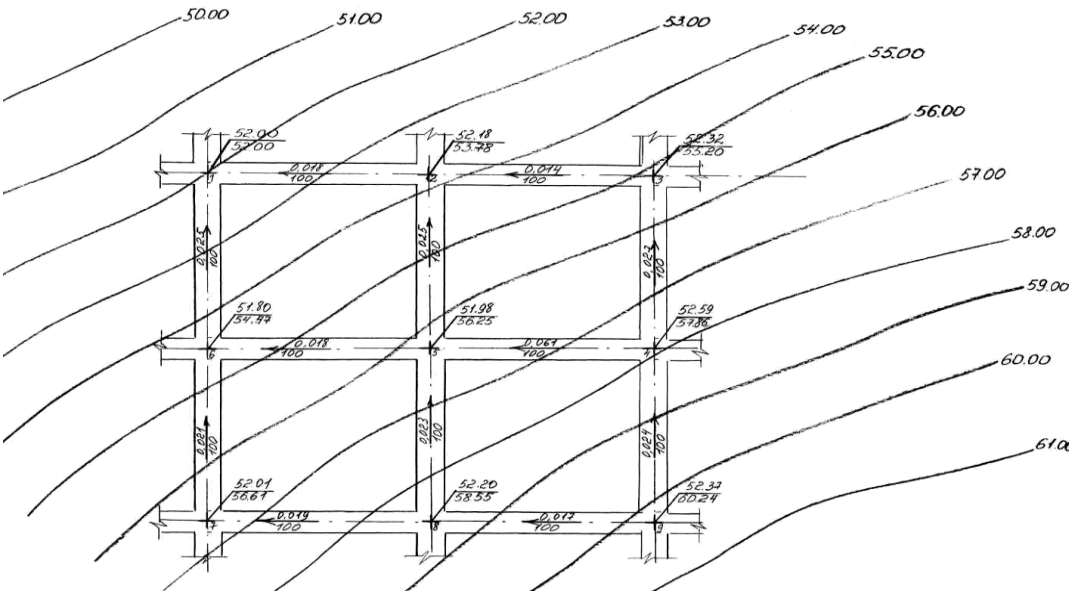


Рис. 6 Вариант оконченной раб

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2 ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГИ И УЛИЦЫ.

Цель: изучение метода проектирования фрагмента улицы в проектных горизонталях. Построение поперечного профиля улицы.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Выписать исходные данные.
3. Определить превышения.
4. Определить проектные отметки лотка (Н), бордюрного камня (Н), зеленых насаждений (Н), тротуара (Н), угла здания (Н).
5. Выполнить построение профиля улицы в масштабе 1:100.
6. Варианты задания

Номер варианта	отметка оси дороги	ширина одной полосы	число полос	ширина зеленых насаждений	ширина тротуара	расстояние от тротуара до здания
1	20,3	3,5	2	2,1	2,2	4,5
2	50,0	3,5	2	2,25	2,3	4,6
3	100,1	3,5	2	2,35	2,4	4,7
4	17,5	3,5	2	2,55	2,5	4,8
5	13,7	3,5	2	3,0	2,3	4,9
6	154,4	3,5	2	2,7	2,4	5,0
7	66,6	3,5	2	2,8	2,5	4,5
8	36,2	3,5	2	2,9	2,2	4,6
9	49,8	3,5	2	3,1	2,3	4,7
10	73,7	3,5	2	2,7	2,4	4,8

Пояснения к работе:

Профиль представляет собой разрез существующей поверхности. Поперечный профиль дорог и аллей может быть односкатным и двускатным в зависимости от ширины.

Ширина дорог, аллей, дорожек определяется их назначением и рассчитывается в

зависимости от плотности пешеходного движения. При проектировании вертикальной планировки важным вопросом является вертикальная привязка зданий к рельефу, при которой определяются красные отметки углов зданий. Отчет привязки зданий ведется от проектных отметок красной линии, оси или лотка проезда. Здание располагается на некотором расстоянии от улицы или проезда, которое должно быть не менее 5 м. Участкам территорий от здания до проезда придают поперечный уклон 0,02 в сторону лотка. Бортовые камни, отделяющие проезжую часть от тротуара или зеленых насаждений, имеют высоту 15 см.

Красные отметки углов здания зависят от проектных отметок красной линии, оси или лотка улицы в сечениях этих углов, высоты бортового камня и превышения за счет поперечного уклона на расстоянии от красной линии до здания.

Пример выполнения:

Определить проектную отметку угла здания.

Исходные данные: (принять в соответствие с заданием)

- отметка оси дороги – 15,15;
- ширина одной полосы – 3,5 м;
- число полос – 2;
- ширина зеленых насаждений – 3 м;
- ширина тротуара – 2,5м;
- расстояние от тротуара до здания – 5 м.

1. Определяем превышения:

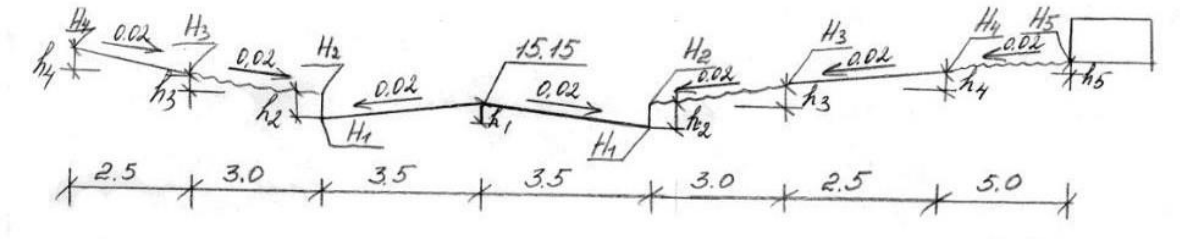
h 1=(ширина одной полосы дороги * уклон) = 3,5·0,02=0,07 м

h2 =(высота от нижней отметки дороги до верха бордюрного камня) =0,15 м

h3 = (ширина зеленых насаждений * уклон) = 3,0·0,02=0,06 м

h4 = (ширина тротуара * уклон) = 2,5·0,02=0,05 м

h5 =(расстояние от тротуара до здания * уклон) = 5·0,02=0,1 м



Определяем проектные отметки лотка (Н), бордюрного камня (Н), зеленых насаждений (Н), тротуара (Н), угла здания (Н)

Н1 = (отметка оси дороги – h) = 15,15-(3,5·0,02)=15,08 м

Н2 = (Н + h) = 15,08+0,15=15,23 м

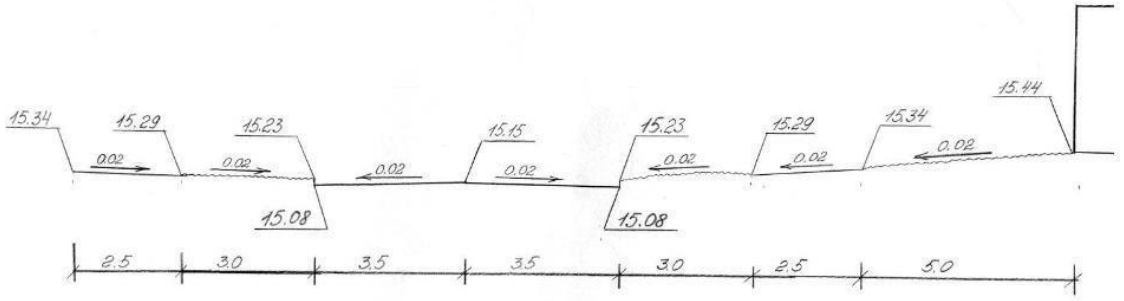
Н3 = (Н + h) = 15,23+(3·0,02)=15,29 м

Н4 = (Н + h) = 15,29+(2,5·0,02)=15,34 м

H5 = (H + h) = 15,34+(5·0,02)=15,44 м

Выполняется построение

Профиль строим в масштабе 1:100



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №3 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ НА ПЛАНАХ И СХЕМАХ

Цель: научиться читать условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Изучить условные обозначения инженерных сетей.
3. Зарисовать условные обозначения на листе формата А4 в табличной форме.
4. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Условные графические обозначения инженерных сетей выполняют в соответствии с таблицей 5, в которой буквенно-цифровые обозначения приведены в качестве примера и на чертежах должны соответствовать проектным.

Трубопроводную, кабельную или воздушную сеть наносят одной линией, соответствующей оси (трассе) сети, и сопровождают установленными буквенно-цифровыми обозначениями.

Буквенно-цифровые обозначения сети наносят в разрывах линии сети с интервалами не более 100 мм, а также вблизи характерных точек (поворотов, пересечений, вводов в здания и сооружения и т.д.).

Сети, прокладываемые в одной траншее или на одной линии опор, допускается изображать одной линией, указывая виды сетей на полке линии-выноски.

Сети, прокладываемые в коммуникационных сооружениях, в пределах этих сооружений графически не указывают. Для указания вида и количества сетей приводят буквенно-цифровые обозначения на полке линии-выноски, проведенной от сети сооружения.

В случаях, когда в проекте все внеплощадочные сети проложены под землей, допускается условно изображать их сплошной линией с соответствующим пояснением.

Трассу высоковольтной линии электропередачи (ВЛ), резервную или перспективную, изображают тонкой штриховой линией. Границу коридора ВЛ изображают сплошной тонкой линией.

Условные графические обозначения водоотводных сооружений выполняют в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

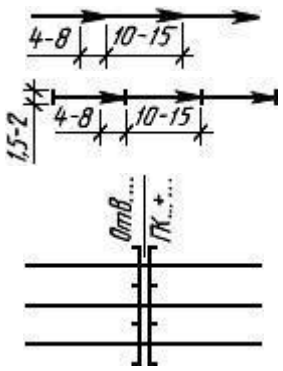
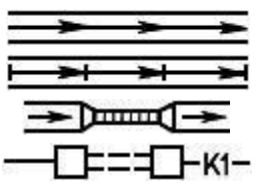
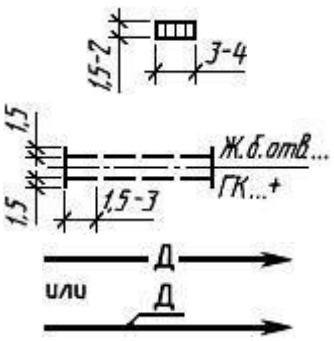
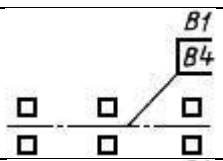
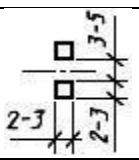
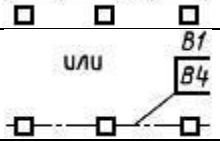
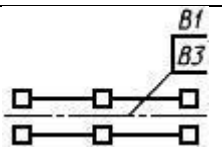
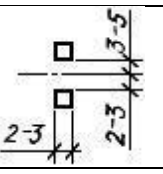
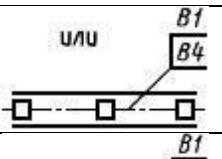
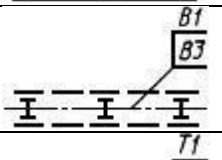
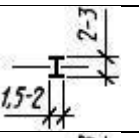
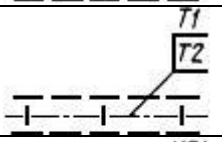
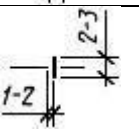
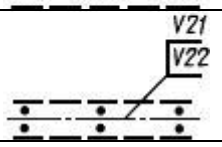
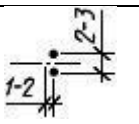
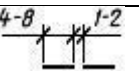
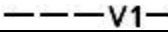
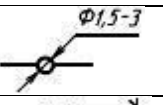
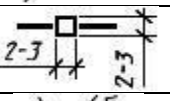
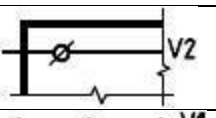
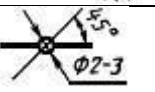
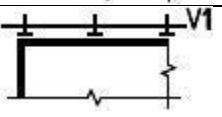
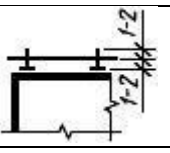
Наименование	Обозначение
1 Лоток: а) неукрепленный б) укрепленный в) междушпальный	
2 Канал, канава, кювет: а) неукрепленные б) укрепленные 3 Быстроток, перепад 4 Дюкер Примечание - Для примера дюкер показан на сети канализации	
5 Водоприемный колодец (дождеприемная решетка - щелевой сток) 6 Труба водопропускная 7 Дренажная сеть	

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Размер, мм
1 Инженерная сеть, прокладываемая в коммуникационных сооружениях:		
а) на эстакаде		
		То же

б) в галерее		
		То же
в) в тоннеле, проходном канале		
г) в непроходном канале		
д) в кабельном канале		
2 Инженерная сеть, прокладываемая в траншее		
		
3 Инженерная сеть надземная:		
а) на высоких опорах		
б) на низких опорах		
в) на опорах по покрытию здания (сооружения)		
г) на опорах по стене здания (сооружения)		

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №4 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.

Цель: используя нормативную и справочную литературу, научиться определять расход холодной воды на каждом участке и, в зависимости от него, подбирать диаметры трубопроводов, находить скорость и потери напора по длине на каждом участке; научиться определять общие потери напора для системы в целом.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Определить площадь поперечного сечения потока в трубопроводе S.
3. Определить среднюю скорость потока в трубопроводе ?.
4. Определить коэффициент гидравлического трения ?.
5. Подобрать диаметр трубопровода расчетным и графическим способом.
6. Варианты задания:

Параметры	Варианты и исходные данные									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Последняя цифра студента								
$Q \cdot 10^{-3}$, м³/с	0,5	0,6	0,4	0,7	0,8	1,0	0,6	0,8	0,7	0,5
p_1,МПа	0,55	0,45	0,35	0,65	0,7	0,5	0,45	0,65	0,5	0,35
p_2, МПа	0,25	0,2	0,15	0,3	0,35	0,25	0,2	0,3	0,25	0,15
$\Delta p_{кл}$, МПа	0,05	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,06
		Первая цифра студента								
l, м	8,5	7,6	8,8	9,2	9,4	9,6	9	8	8,4	8,3
$v \cdot 10^{-5}$, м²/с	5	4,5	3	2	3,5	2,5	5	4,5	2,5	2,5

7. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

На рисунке изображен участок гидравлической системы, состоящей из насоса 1, трубопровода 2 и резервуара 4. На трубопроводе 2 установлен обратный клапан 3, препятствующий опорожнению резервуара при выключенном насосе.

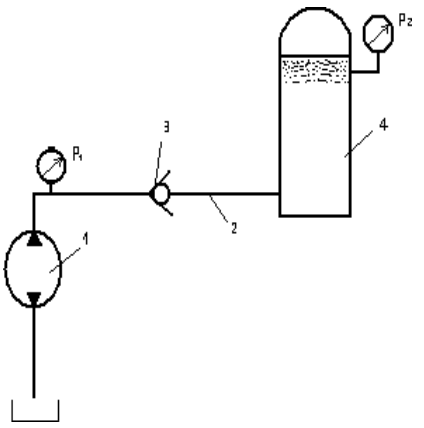


Рис 8. Участок гидравлической схемы

Насос подает рабочую жидкость плотностью $\rho = 900 \frac{кг}{м^3}$ по трубопроводу 2 длиной I в резервуар 4, при этом ее расход равен Q. Давление p_2 в резервуаре поддерживается

постоянным. Давление, развиваемое насосом, равно p_1. Кинематический коэффициент

вязкости жидкости равен ν.

Определить внутренний диаметр трубопровода, учитывая:

- потери давления по длине Δp_l,

- потери в обратном клапане $\Delta p_{КЛ}$ и

- другие местные потери, составляющие 10% от Δp_l.

Внутренний диаметр трубопровода d следует подбирать исходя из формулы Дарси для потерь по длине Δp_l:

$$\Delta p_l = \lambda \frac{l}{d} \rho \frac{\upsilon^2}{2},$$

где λ - коэффициент гидравлического трения,

υ - средняя скорость потока в трубопроводе,

$$\upsilon = \frac{Q}{4S}$$

где S – площадь поперечного сечения потока в трубопроводе.

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Пример выполнения:

Задаемся значениями d = (10…25) $\cdot 10^{-3}$ м.

1. Определяем площадь поперечного сечения потока в трубопроводе S.

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$S_1 = \frac{3,14(10 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-5} m^3$$

$$S_2 = \frac{3,14(15 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,77 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$S_3 = \frac{3,14(20 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} m^3$$

$$S_4 = \frac{3,14(25 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 4,91 \cdot 10^{-4} m^3$$

2. Определяем среднюю скорость потока в трубопроводе v.

$$v_1 = \frac{7,85 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-3}} = 13 \frac{m}{c}$$

$$v_2 = \frac{1,77 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-3}} = 5,65 \frac{m}{c}$$

$$v_3 = \frac{3,14 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-3}} = 3,18 \frac{m}{c}$$

$$v_4 = \frac{4,91 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-3}} = 2,03 \frac{m}{c}$$

3. Определяем коэффициент гидравлического трения λ.

Коэффициент λ определяется по формулам:

Ламинарный режим Re < 2300:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Турбулентный режим Re > 2300

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

соответствующий закону сопротивления гладкой стенки.

Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

$$Re_1 = \frac{13 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 2600,$$ > 2300 значит режим турбулентный

$$Re_2 = \frac{5,65 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 1695,$$ < 2300 значит режим ламинарный

$$Re_3 = \frac{3,18 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 1272,$$ < 2300 значит режим ламинарный

$$Re_4 = \frac{2,03 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 1015,$$ < 2300 значит режим ламинарный

$$\lambda_1 = \frac{0,3164}{2600^{0,25}} = 0,044$$

$$\lambda_2 = \frac{64}{1695} = 0,038$$

$$\lambda_3 = \frac{64}{1272} = 0,050$$

$$\lambda_4 = \frac{64}{1015} = 0,060$$

4. Определяем диаметр трубопровода расчетным способом.

Подставляя значения d и λ в уравнение, вычисляем его правую часть.

$$\Delta p_{l1} = \frac{8 \cdot 8,5 \cdot 900 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2}{3,14^2 \cdot (10 \cdot 10^{-3})^5} \cdot \frac{0,044}{} = 6,21 \cdot 10^{-3} \cdot 44 \cdot 10^7 = 2,73 \text{ МПа.}$$

$$\Delta p_{l2} = 6,21 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,038}{(15 \cdot 10^{-3})^5} = 0,31 \text{ МПа}$$

$$\Delta p_{l3} = 6,21 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,050}{(20 \cdot 10^{-3})^5} = 0,097 \text{ МПа}$$

$$\Delta p_{l4} = 6,21 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,063}{(25 \cdot 10^{-3})^5} = 0,040 \text{ МПа}$$

Левая часть уравнения определяется, исходя из баланса давления жидкости в трубопроводе:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_1 + \Delta p_{кл} + \Delta p_м.$$

Поскольку $\Delta p_м = 0,1\Delta p_l$, получаем:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_l + 0,25 \cdot \Delta p_l + 0,04 \cdot \Delta p_l = 1,1 \cdot \Delta p_l$$

$$\Delta p_l = \frac{0,5}{1,1} = 0,19 \text{ МПа}$$

Подобным образом проводим дальнейшие расчеты и сводим их в таблицу 5.

Таблица 5

d ,м	S, м²*10⁻⁴	V, м/с	Re	?	Δp1,МПа
10	0,785	13	2600	0,044	2,73
15	1,77	5,65	1695	0,038	0,31
20	3,14	3,18	1272	0,050	0,097
25	4,91	2,03	1015	0,063	0,040

Далее решаем эту задачу графоаналитическим методом.

Строим график $\Delta p_l = f(d)$,и проецируем точку Δp_l, полученную в левой части уравнения, и находим искомую величину $d_{внутр.}$

Ответ: $d_{внутр}=15{,}8*10^{-3}$ м

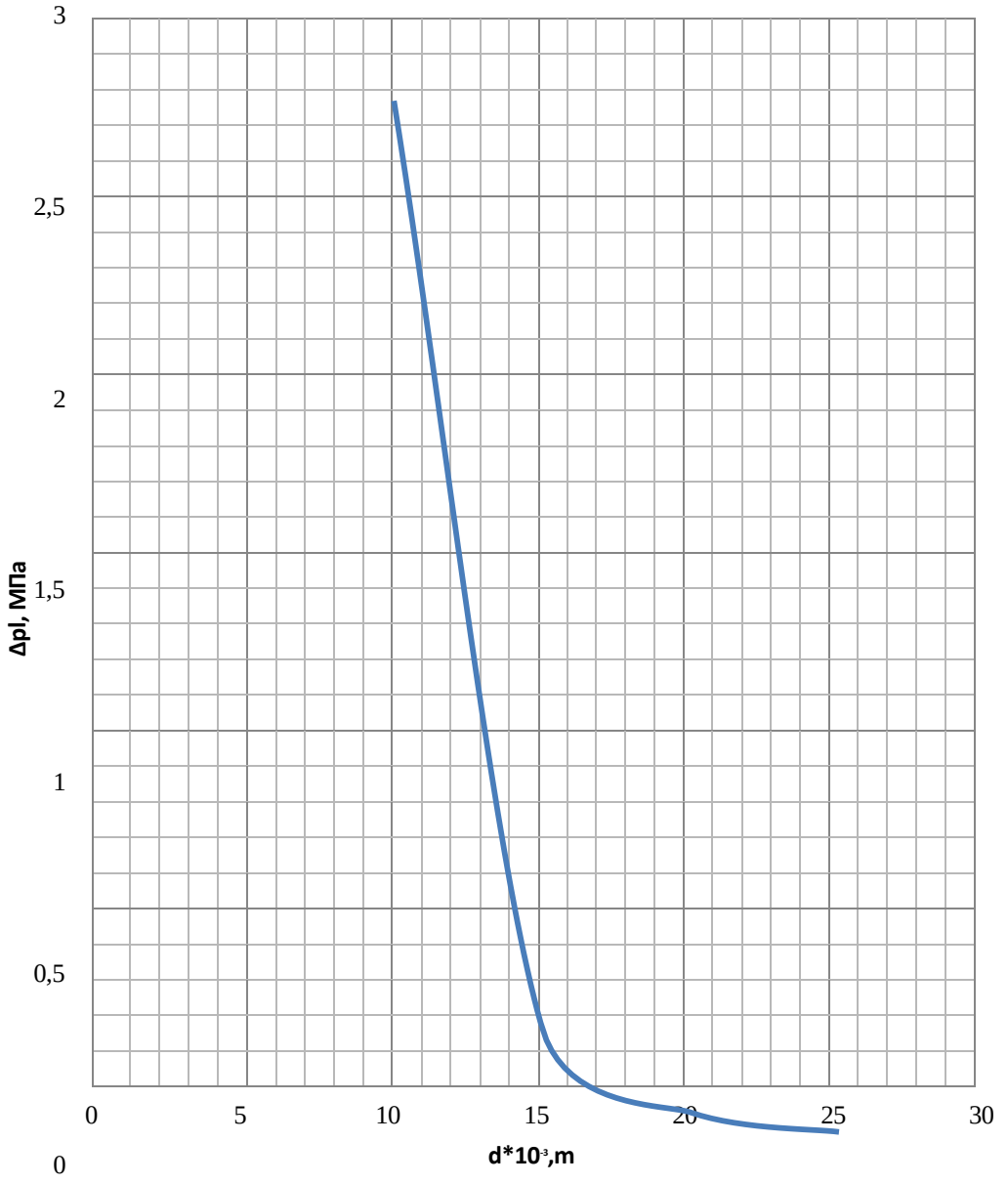


Рис. 9 Графический метод определения диаметра

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ДЛЯ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДОВ.

Цель: выполнение расчета расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Исходя из варианта задания, определить площадь S населенного пункта, Га (a · b).
3. Определить количество жителей N на территории населенного пункта, чел. (S · P).
4. Определить расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды $Q_{сут.max}$ и $Q_{сут.min}$.
5. Определить расход воды на поливочные нужды.
6. Определить расход воды на пожаротушение.
7. Определить расход воды хозяйственно-питьевого водопотребления населения в час.
8. Оформить отчет и сдать на проверку.

1. Варианты задания

Показатель	Значения данных по вариантам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размеры застройки, ма b	900 1100	980 1000	1100 1000	1000 1200	900 1200	1200 1300	950 1150	1250 1100	1000 890	1300 900	1300 1000	1300 1100
P,чел/га	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290
$q_{ж}$,л/сут	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	250	250
$K_{сут,max}$	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3
$K_{сут, min}$	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9
v_{max}	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4
v_{min}	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
$q_{пол}$	50	60	70	80	90	50	60	70	80	90	50	60

Показатель	Значенияданныхпо вариантам												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Размеры застройки, ма b	1260 1070	1150 980	900 1100	980 1000	1100 1000	1000 1200	1255 1255	1000 1000	1100 1100	950 950	950 980	1140 1140	1200 1140
Р,чел/га	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290
$q_ж$,л/сут	300	300	300	300	300	250	250	300	250	300	300	250	300
$K_{сут,max}$	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1
$K_{сут, min}$	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,7
v_{max}	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2
v_{min}	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4
$q_{пол}$	70	80	90	50	60	70	80	90	50	60	70	80	90

Пояснения к работе:

1. Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления $Q_{сут.max}$, $Q_{сут.min}$, м³/сут., находят по формулам:

$$Q_{сут.max} = K_{сут.max} \cdot Q_{сут.m}$$

$$Q_{сут.min} = K_{сут.min} \cdot Q_{сут.m}$$

где $K_{сут..max}$и$K_{сут.min}$- максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотреблении по сезонам года и дням недели. Эти коэффициенты принимают равными: $K_{сут..max}$= 1.1...1.3; $K_{сут.min}$= 0,7...0,9.

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в часы наибольшего и наименьшего водопотребления $q_{ч.max}$, $q_{ч.min}$, м3/ч, определяют по формулам:

$$q_{ч.max} = K_{ч.max} \frac{Q_{сутmax}}{24}$$

$$q_{ч.min} = K_{ч.min} \frac{Q_{сутmin}}{24}$$

где $K_{ч.max}$и$K_{ч.min}$- максимальный и минимальный коэффициенты часовой неравномерности водопотребления.

$$K_{ч.max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}$$

$$K_{ч.min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min}$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимают α_{max} = 1,2...1,4; α_{min}= 0,4...0,6;

β - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по табл. 6.

Табл.6

Значения коэффициентов β_{max} и β_{min}

Коэффициент	Число жителей, тыс. чел.													
	До 0,1	0,2	0,5	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
β_{max}	4,5	3,5	2,5	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0
β_{min}	0,01	0,02	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0

Примечание: Коэффициент β при определении расходов воды для расчета сооружений, водоводов и линий сети следует принимать в зависимости от числа обслуживаемых ими жителей, а при зонном водоснабжении - от числа жителей в каждой зоне.

К основным расчетным расходам относят максимальный суточный и максимальный часовой. Средний за год суточный расход $Q_{сут.т}$ может служить только в качестве общего показателя потребности в воде. Выбор расчетного расхода определяется целью расчета, видом рассматриваемого сооружения. Например, при определении необходимого напора на выходе из насосной станции или высоты водонапорной башни за расчетный принимают максимальный часовой расход $q_{ч.max}$, а при определении излишних напоров в сети в периоды минимального водоотбора - минимальный часовой расход $q_{ч.min}$.

2. Расход воды на поливочные нужды.

Расчетный суточный расход воды на поливочные нужды $Qсут.пол$, м³/сут., может быть определен по формуле:

$$Q_{сут\ пол} = 10\sum_{j=1}^{k} F_j c_j q_{пол\ j}$$

где k - количество территорий в населенном пункте с различными покрытиями, способами их поливки, видами насаждений;

j - порядковый номер территории;

F_j- площадь j-той территории, га;

cj- количество поливок, моек j-той территории в сутки;

$q_{пол.j}$- удельный расход воды на полив j-той территории, л/м2, определяемый по табл.7

Количество поливок надлежит принимать 1-2 в сутки в зависимости от климатических условий.

Следует исключать водопотребление из сети на поливку территории во время максимальных отборов воды на другие нужды. Для этого предусматривают технические решения, позволяющие осуществлять подачу воды на поливку территории и на заполнение поливочных машин через специальные регулирующие емкости или через устройства, прекращающие подачу воды при снижении свободного напора до заданного предела.

Табл.7

Удельные расходы воды на поливку территории

Назначение воды	Измеритель	Расходы воды на поливку, л/м^2
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 мойка	1,2…1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 поливка	0,3…0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	То же	0,4…0,5
Поливка городских зеленых насаждений	То же	3…4
Поливка газонов и цветников	То же	4…6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах	1 сутки	15
Поливка посадок в стеллажных зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленном грунте	То же	6
Поливка посадок на приусадебных участках: овощных культур	То же	3…15
плодовых деревьев	То же	10…15

Примечания: 1. При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя следует принимать 50…90 л/сут. в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.

1. Расходы воды на пожаротушение**.**

Общий расход воды на пожаротушение определяют из выражения:

$Q_{пож} = Q_{н.пож} + Q_{в.пож}$,

где $Q_{н.пож}$, $Q_{в.пож}$– расходы воды, соответственно, на наружное и внутреннее пожаротушение.

Расход воды на наружное пожаротушение $Q_{н.пож}$ в населенном пункте находят по формуле:

$Q_{н.пож} = x \cdot q_{н.пож}$,

где x – расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте;

$q_{н.пож}$– расход воды на один пожар в населенном пункте при наружном пожаротушении.

Данные о количестве одновременных пожаров и расходах на один пожар представлены в табл. 8

Табл.8

Расходы воды на наружное пожаротушение в населенном пункте на один пожар

Число жителей в населенном пункте, тыс.чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте на один пожар, л/с	
		застройка зданиями высотой до двух этажей включительно независимо от степени их огне-огнестойкости	Застройка зданиями высотой три этажа и выше независимо от степени их огнестойкости
До 1	1	5	10
Свыше 1 до 5	1	10	10
Свыше 5 до 10	1	10	15
Свыше 10 до 25	2	10	15
Свыше 25 до 50	2	20	25
Свыше 50 до 100	2	25	35
Свыше 100 до 200	3	-	40
Свыше 200 до 300	3	-	55
Свыше 300 до 400	3	-	70
Свыше 400 до 500	3	-	80
Свыше 500 до 600	3	-	85
Свыше 600 до 700	3	-	90
Свыше 700 до 800	3	-	95
Свыше 800 до 1000	3	-	100

Примечание: В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включены пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта.

Расход воды на внутреннее пожаротушение $Q_{в.пож}$ определяют в соответствии с [2]. Внутреннее пожаротушение предусматривают в административных, общественных зданиях, общежитиях и т.д. Жилые здания высотой до 12 этажей внутренними пожарными системами не оборудуют, следовательно, для них вода на указанные цели не планируется.

В связи с большим объѐмом необходимой исходной информации и, учитывая учебный характер выполняемой работы, расход воды на внутреннее пожаротушение $Q_{в.пож}$ при выполнении задания рекомендуется принять равным 25% от расхода на наружное пожаротушение $Q_{н.пож}$.

Так как в промышленном районе в соответствии с условиями заданий вода как на наружное пожаротушение, так и на внутреннее подается из отдельного водопровода, определение $Q_{пож}$ осуществляется только по данным жилого района.

Расчетный расход на пожаротушение должен быть обеспечен при наибольшем расходе воды на другие нужды за исключением поливочных. На промышленном предприятии в этом случае не учитываются расходы воды на прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования, а также на полив территории и растений в теплицах.

Табл. 9 Режим хозяйственно-питьевого водопотребления населения

Часы суток	Расчетные расходы воды в % от максимального суточного потребления при $K_{ч.макс}$						
	1,35	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0

0-1	3,13	2,98	2,70	2,44	2,19	1,96	1,56
1-2	2,12	1,92	1,58	1,36	1,14	0,96	0,69
2-3	2,10	1,91	1,57	1,26	1,02	0,83	0,53
3-4	2,10	1,91	1,58	1,36	1,14	0,96	0,69
4-5	2,55	2,36	2,01	1,61	1,35	1,12	0,74
5-6	3,36	3,23	2,99	2,75	2,52	2,31	1,91
6-7	4,83	4,90	5,02	4,13	5,21	4,28	5,36
7-8	4,93	5,02	5,18	5,33	5,45	5,55	5,75
8-9	5,50	5,68	6,05	6,42	6,77	7,12	7,81
9-10	5,41	5,58	5,92	6,24	6,56	6,86	7,46
10-11	5,03	5,14	5,34	5,52	5,68	5,82	6,07
11-12	4,71	4,76	4,86	4,92	4,98	5,01	5,03
12-13	4,07	4,03	3,93	3,82	3,70	4,56	3,30
13-14	3,91	3,85	3,72	3,58	3,42	3,27	2,95
14-15	3,74	3,66	3,49	3,32	3,14	2,96	2,60
15-16	4,21	4,19	4,14	4,06	3,97	3,87	3,64
16-17	4,48	4,50	4,51	4,51	4,49	4,45	4,34
17-18	4,34	4,35	4,32	4,29	4,23	4,17	3,99
18-19	4,60	4,63	4,69	5,72	4,74	4,75	4,69
19-20	5,14	5,26	5,49	5,70	5,91	6,09	6,72
20-21	5,32	5,48	5,78	6,07	6,34	6,61	7,11
21-22	5,63	5,83	6,25	6,67	7,08	7,50	8,03
22-23	5,23	5,37	5,63	5,88	6,13	6,35	6,77
23-24	3,56	3,46	3,25	3,04	2,84	2,64	2,26

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6 НАНЕСЕНИЕ НА ПЛАНЫ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ СЕТЕЙ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

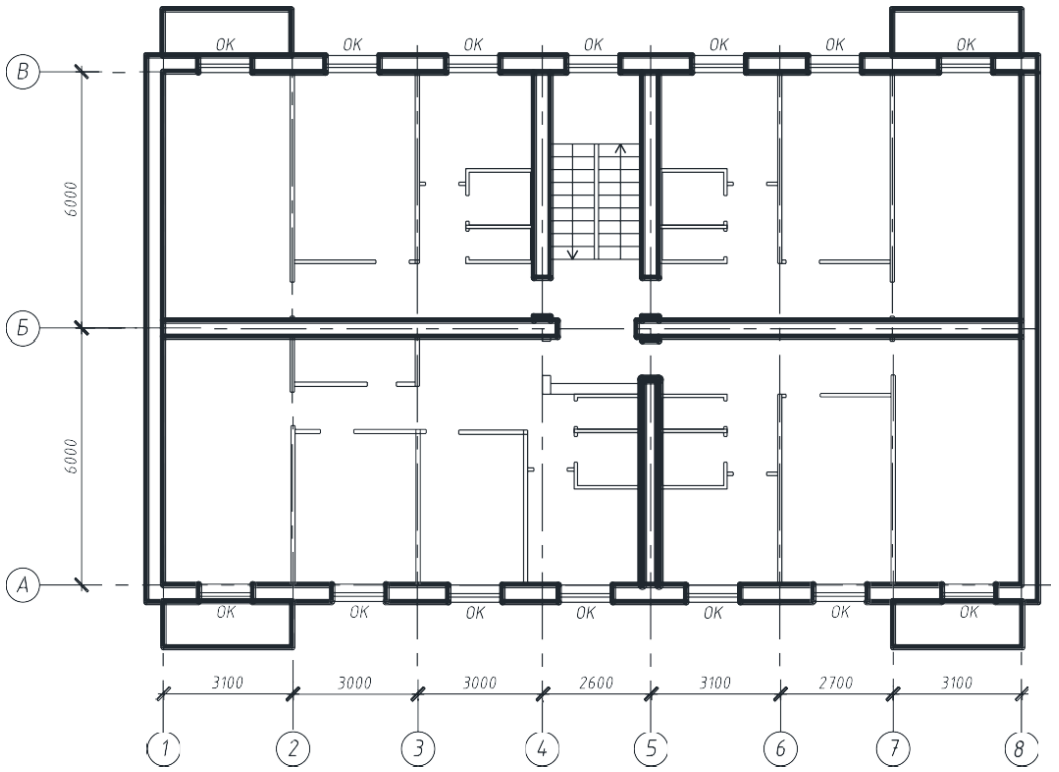
Цель: ознакомиться с условными обозначениями, используемыми для составления схем внутреннего водопровода, научиться наносить на план этажа и подвала сеть внутреннего водопровода (инженерные сети: холодного водоснабжения), подготовка к выполнению следующей практической работы.

Необходимые материалы и оборудование: план типового этажа, методические указания, справочная литература, калькулятор.

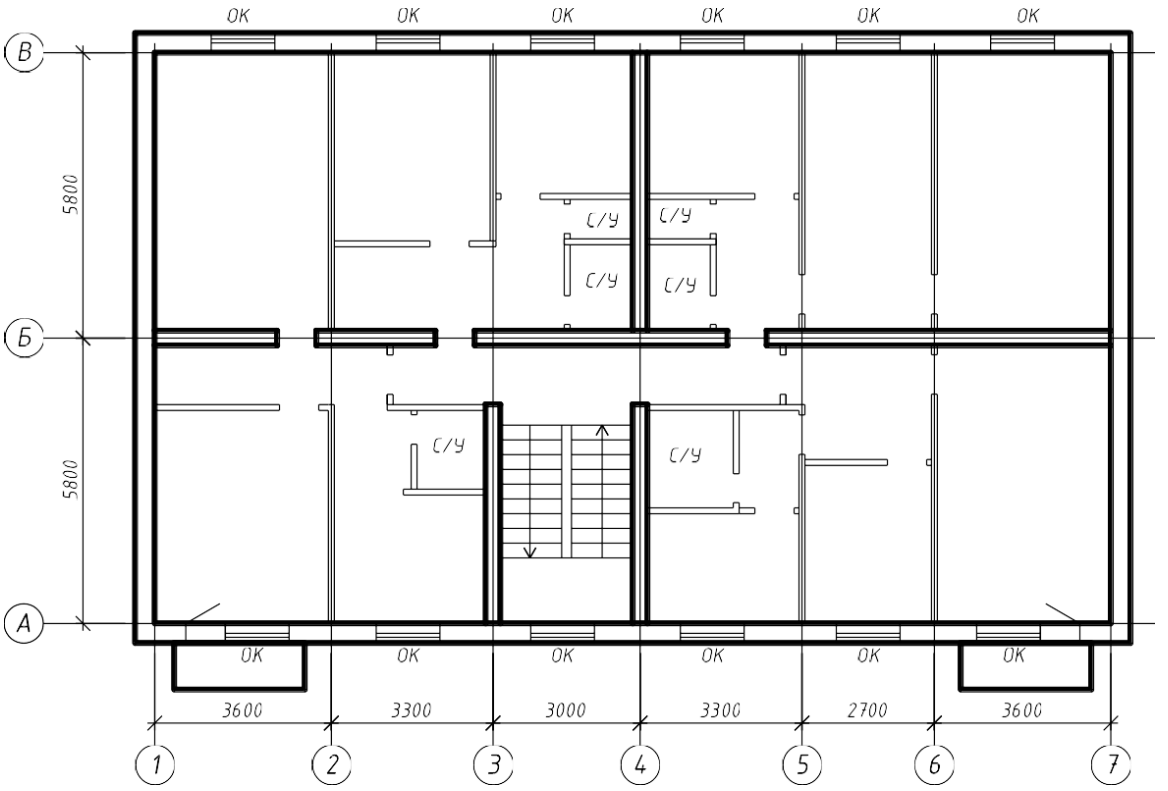
Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.1.
2. Описать объект водоснабжения и выбор системы и схемы внутреннего водопровода.
3. Трассировка сети водопровода на плане этажа и плане подвала.
4. С учетом методических рекомендаций нанести внутреннюю сеть водопровода.
5. Оформить отчет и сдать на проверку.
6. Варианты задания.

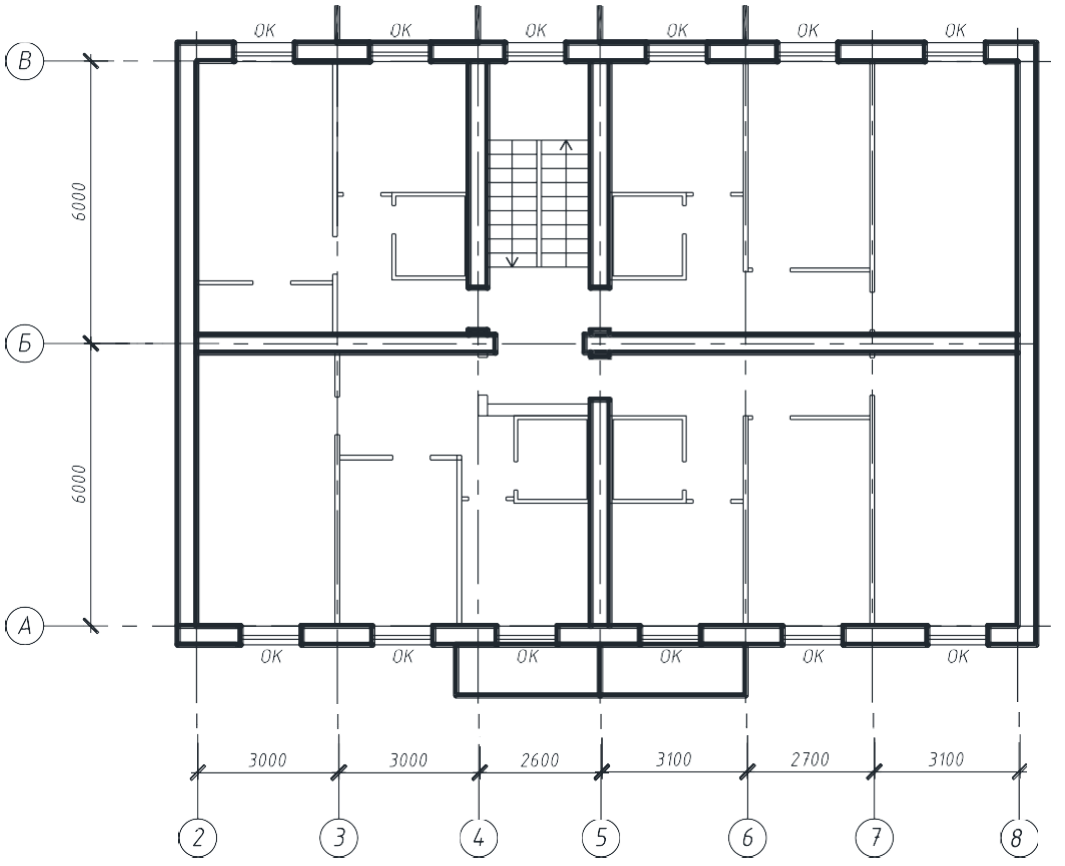
Вариант 1: количество этажей - 3



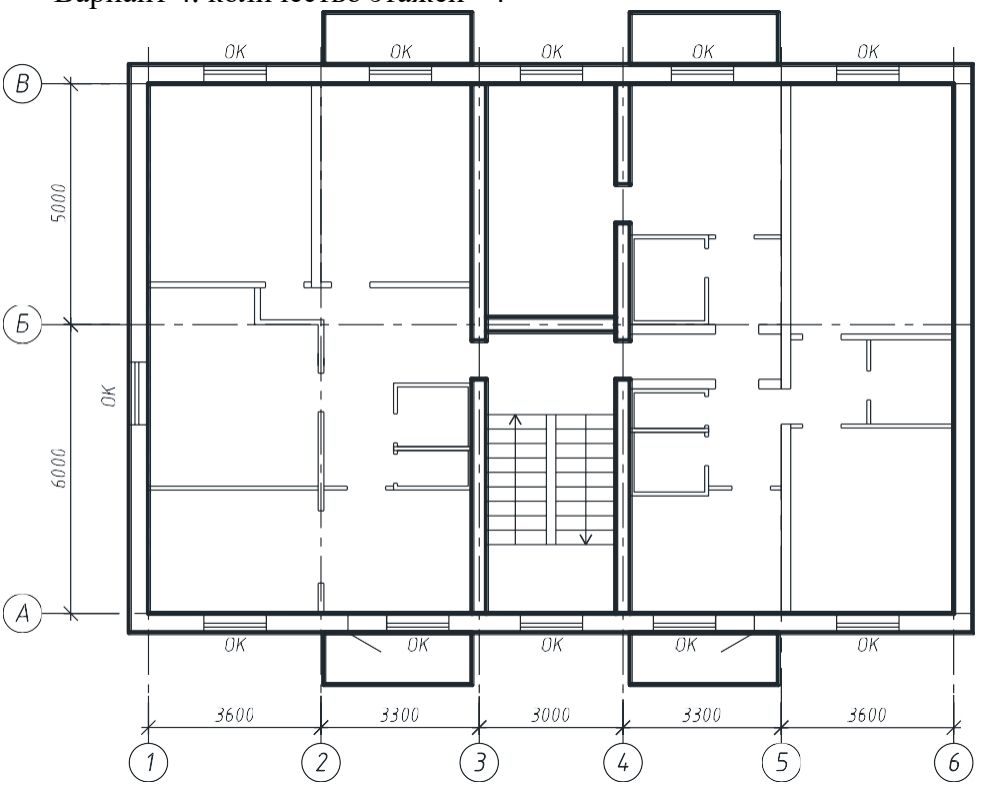
Вариант 2: количество этажей - 4



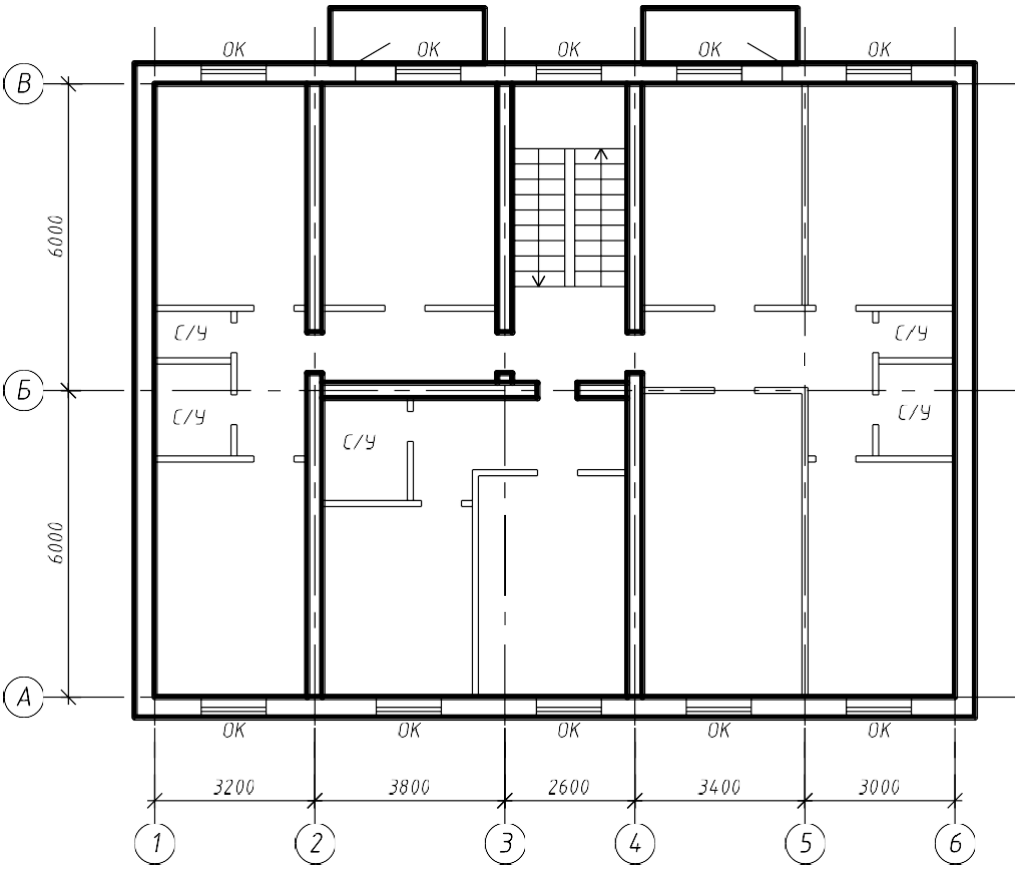
Вариант 3: количество этажей - 3



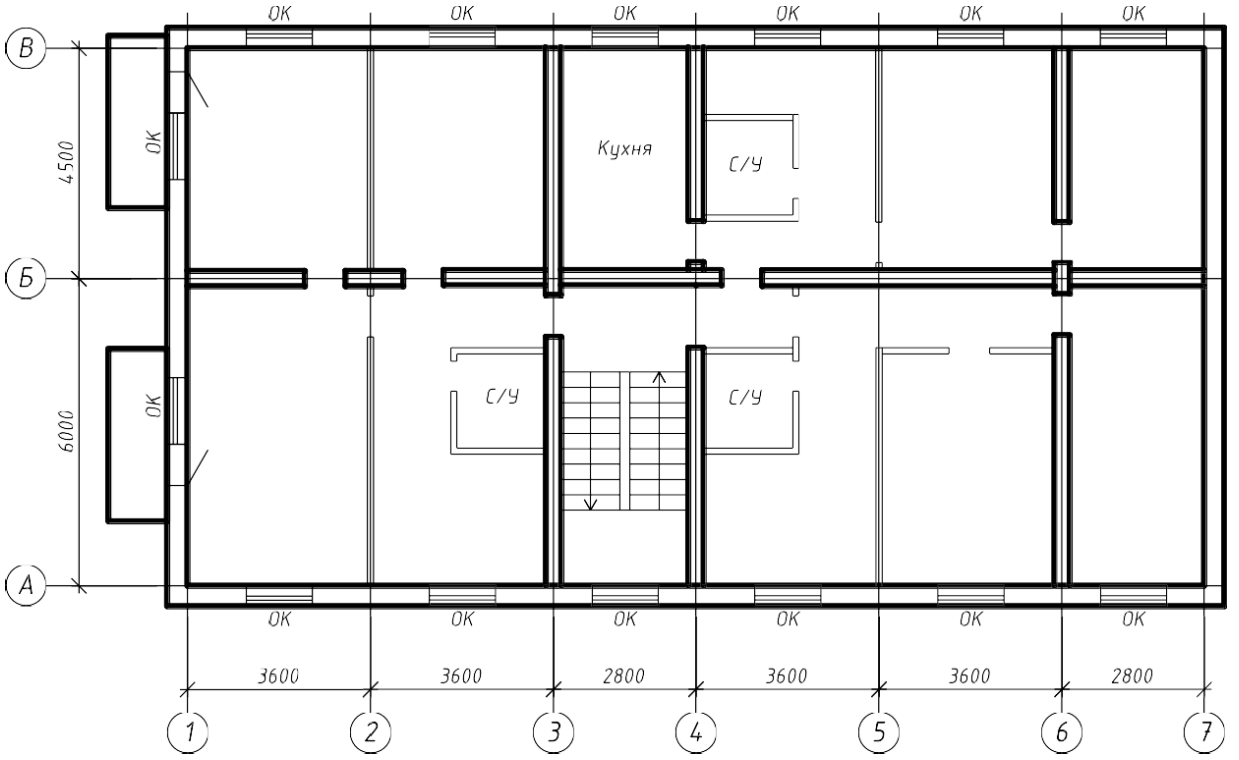
Вариант 4: количество этажей - 4



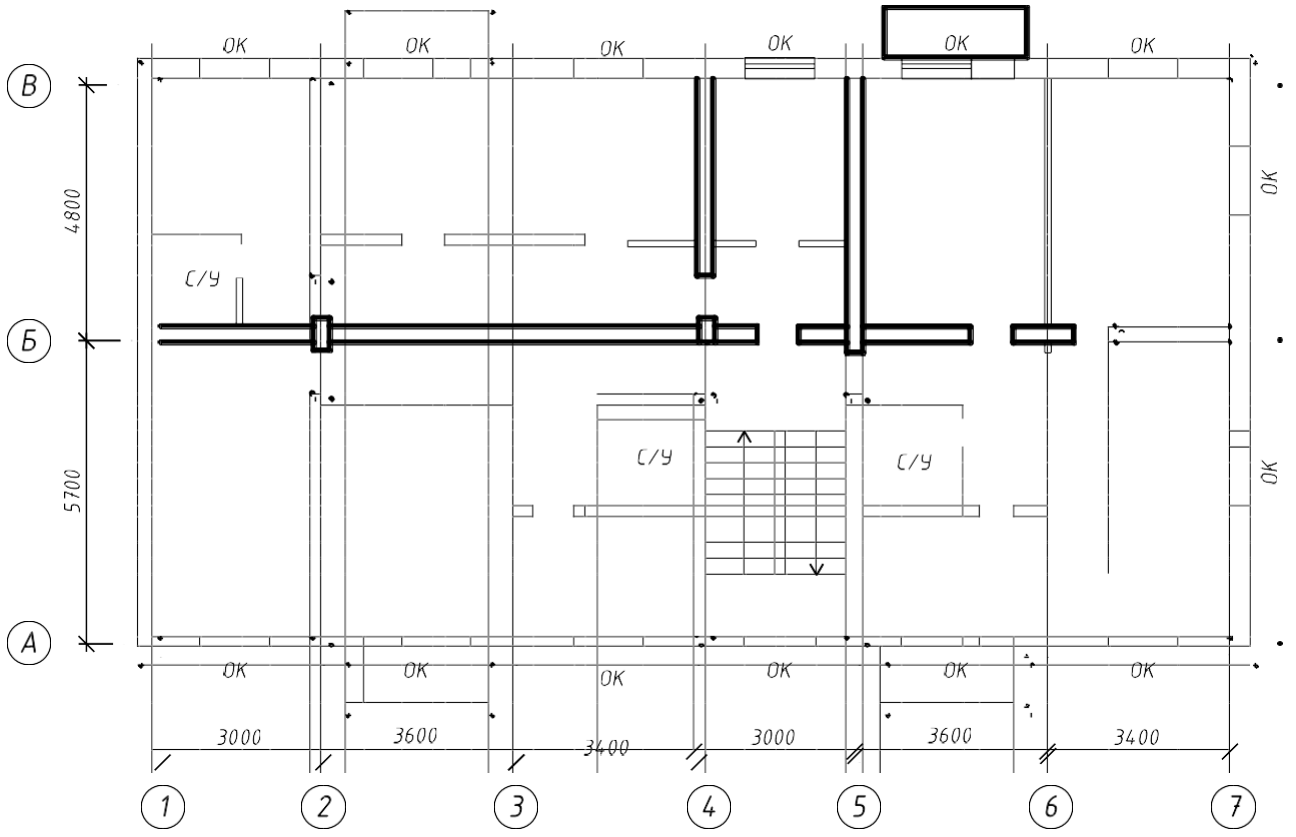
Вариант 5: количество этажей - 3



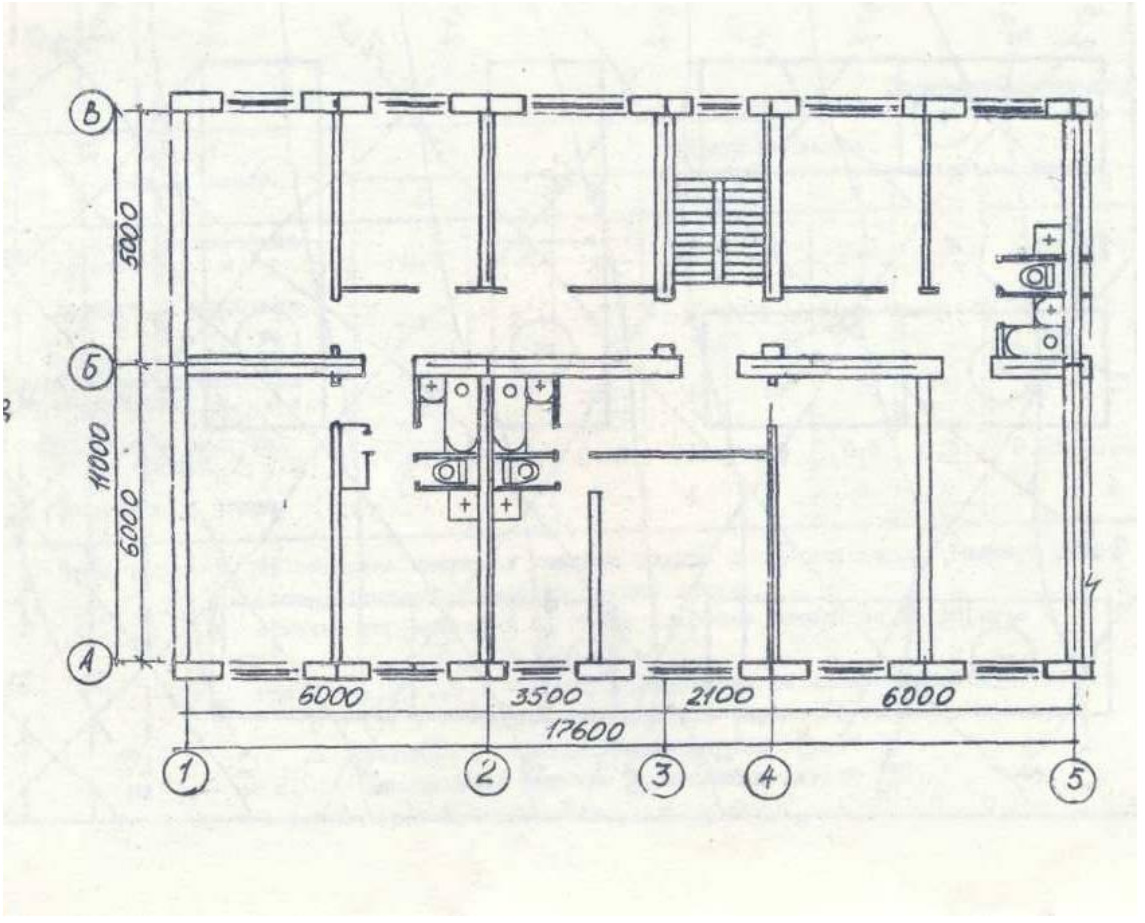
Вариант 6: количество этажей - 4



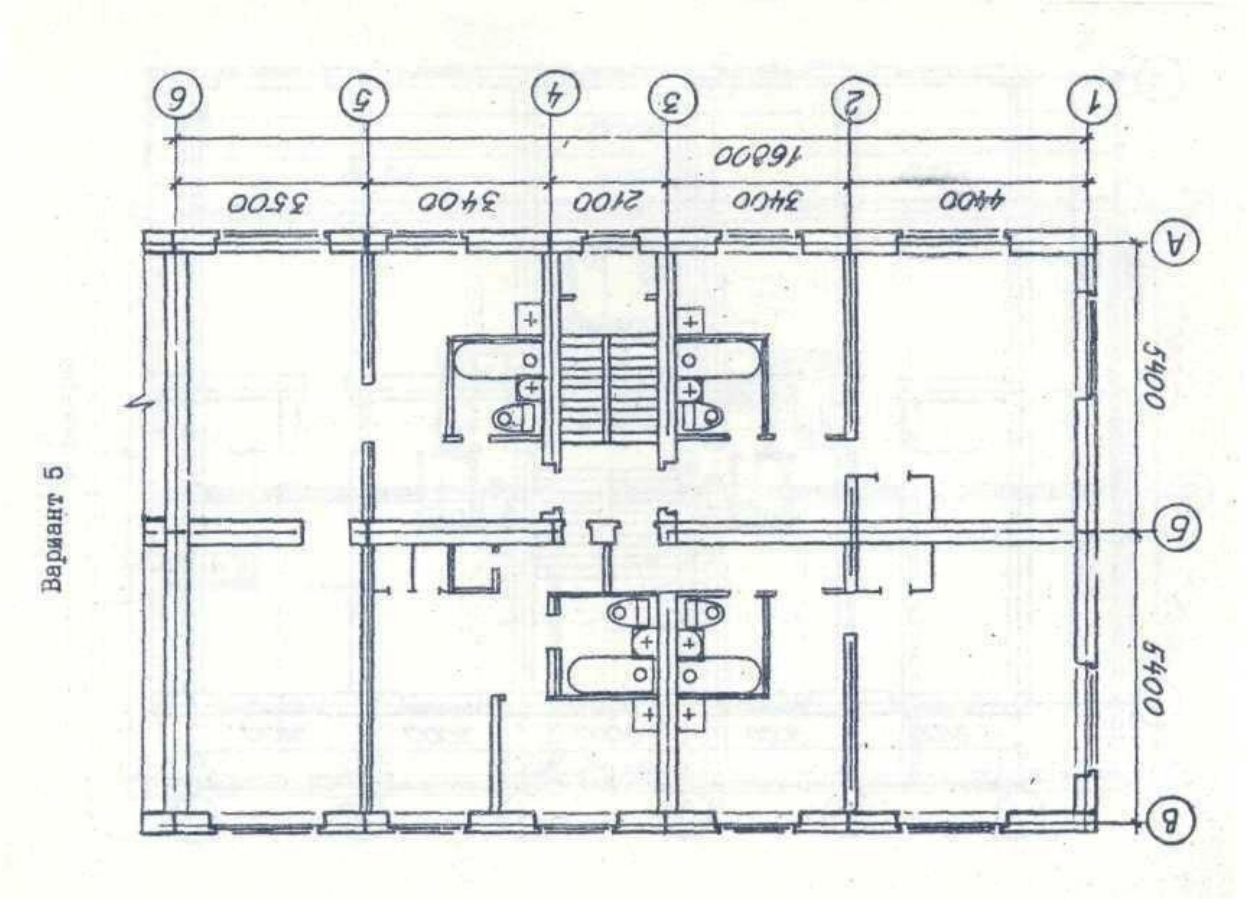
Вариант 7: количество этажей - 3



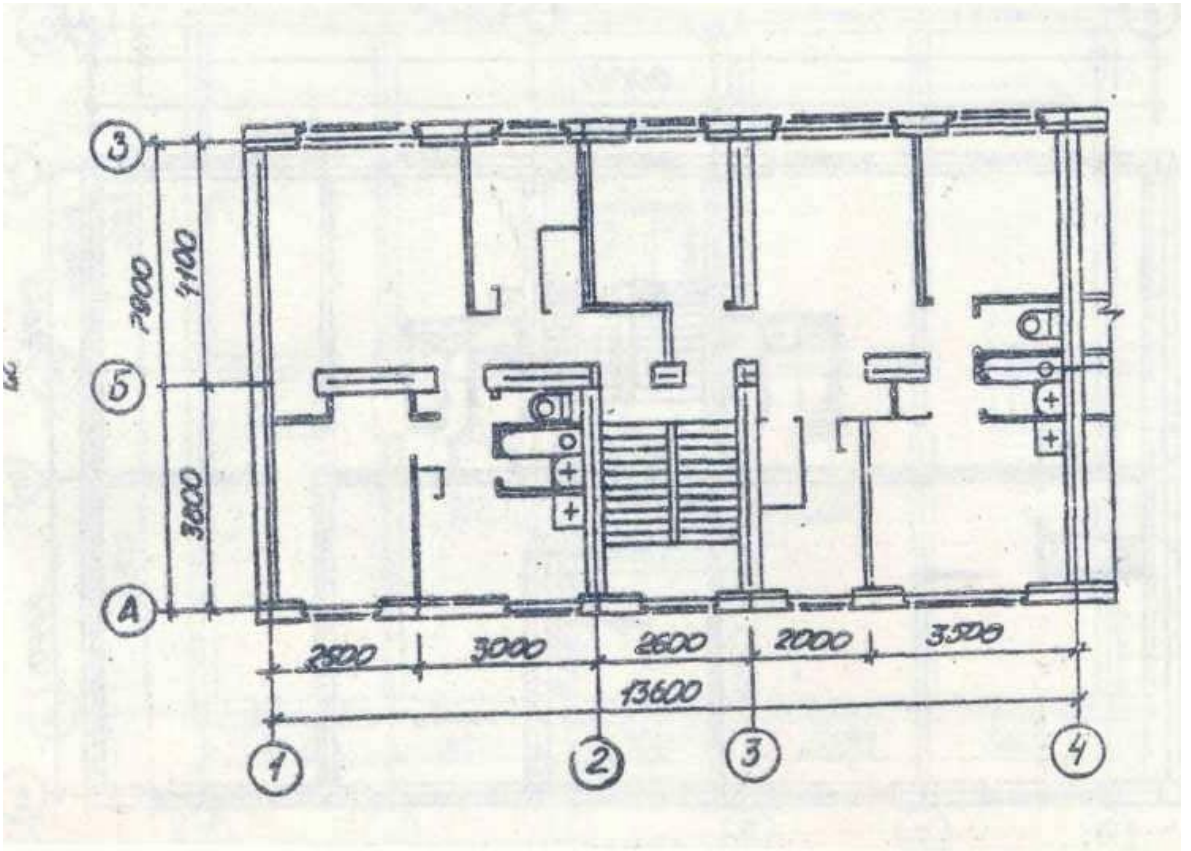
Вариант 8: количество этажей - 4



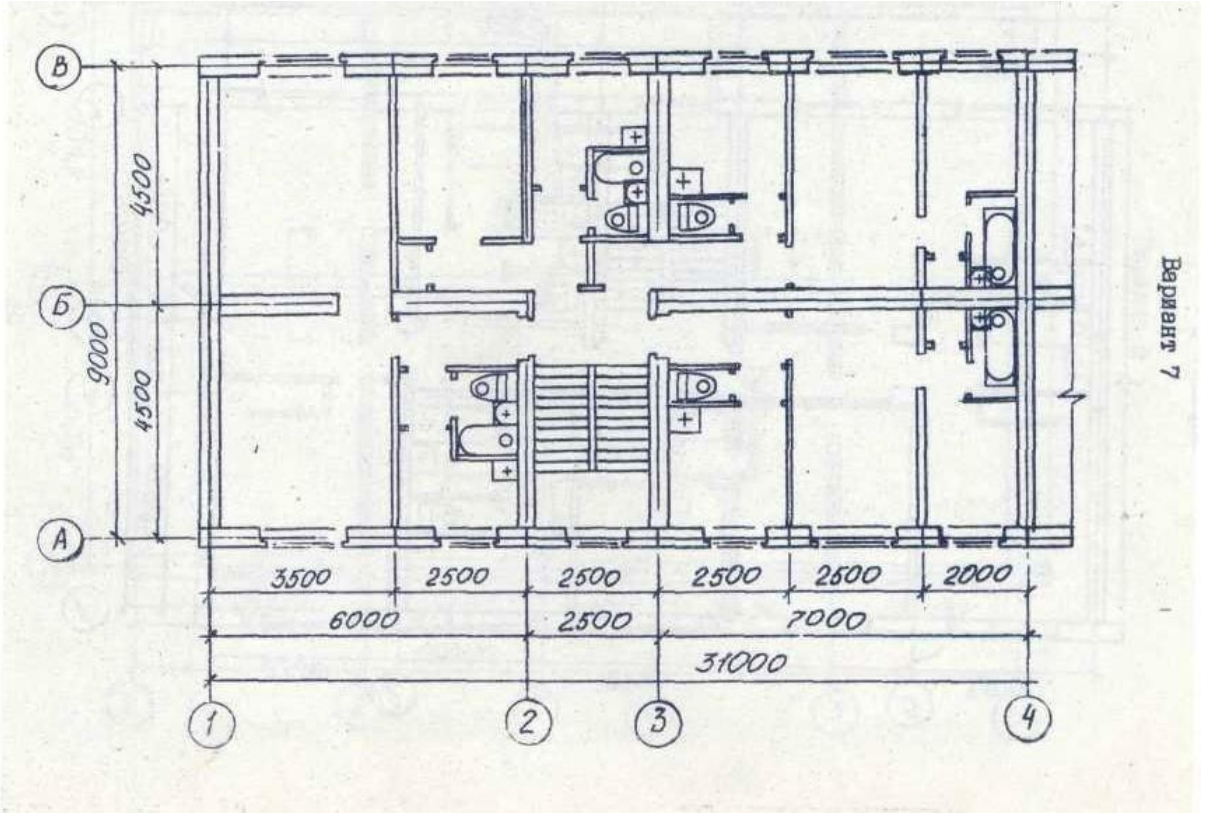
Вариант 9: количество этажей – 3



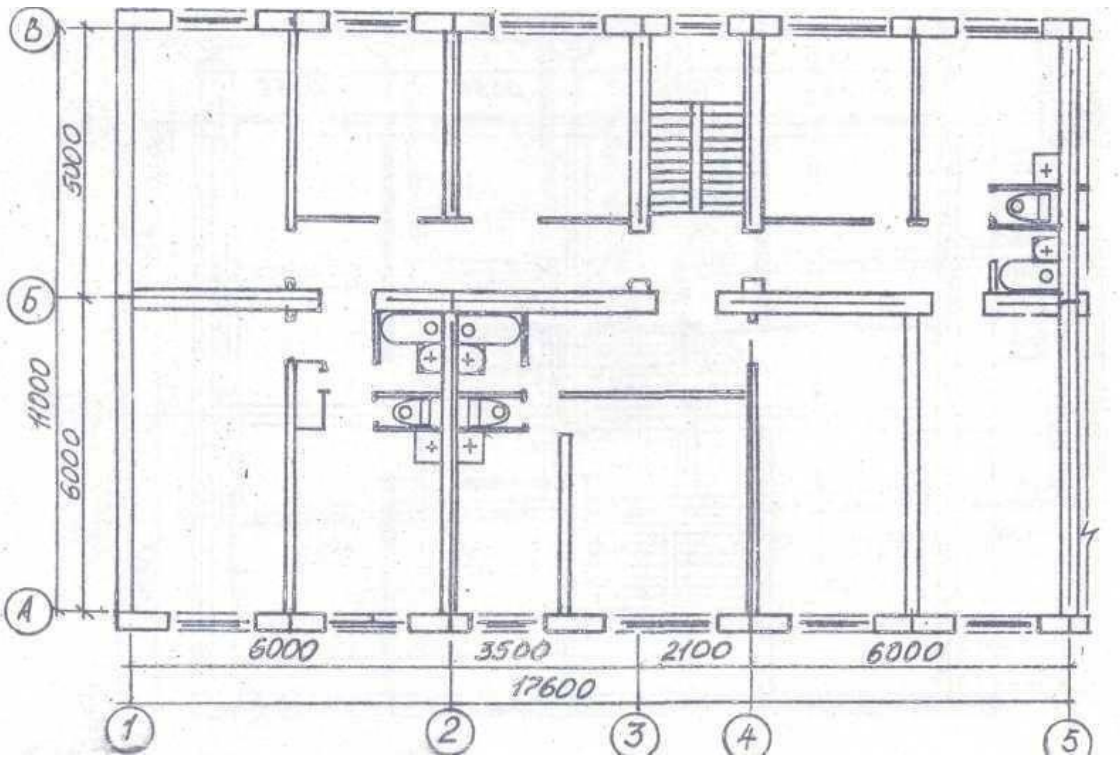
Вариант 10: количество этажей – 4



Вариант 11: количество этажей - 3

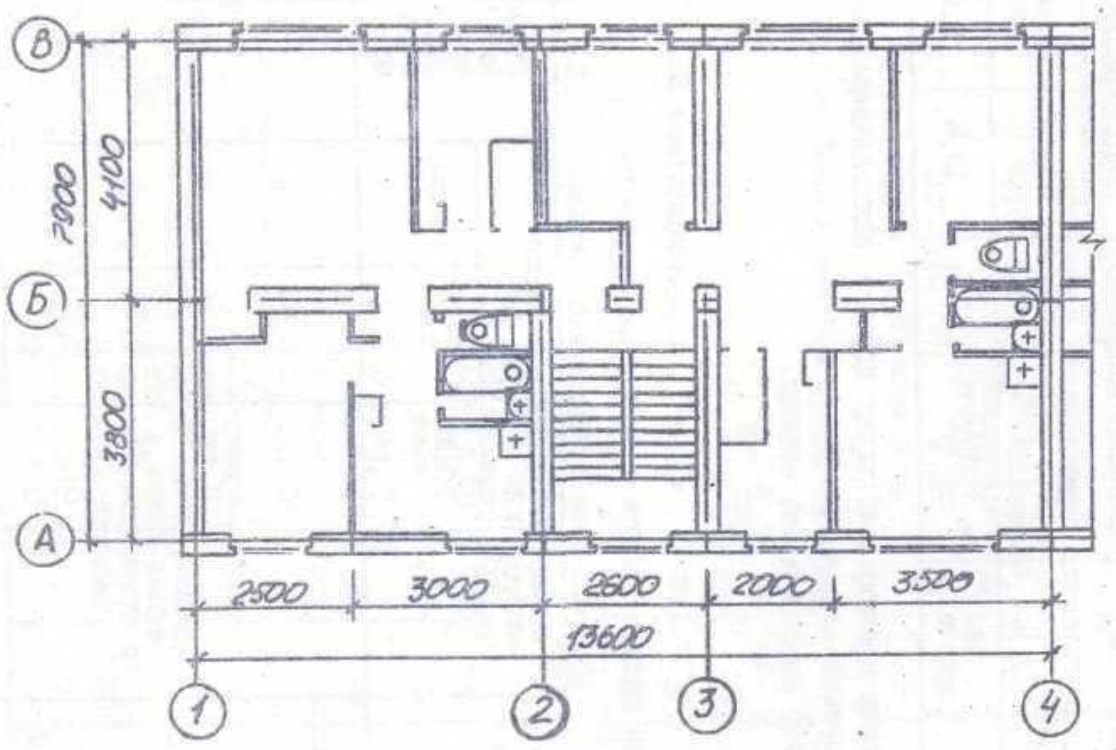


Вариант 12: количество этажей - 4



Вариант 9

Вариант 13: количество этажей - 4



нт 10

Пояснения к работе:

1. Описание объекта водоснабжения и выбор системы и схемы внутреннего водопровода.

Объектом водоснабжения является типовой 2 – 3-этажный жилой дом. Все квартиры в зданиях оборудованы набором из стандартных санитарно-технических приборов и водоразборной арматуры (унитаз, смывной бачок, смеситель душа, смеситель умывальника в ванной и смеситель мойки на кухне). Холодная вода поступает из городского водопровода.

Выбор системы внутреннего водопровода зависит от назначения здания, его этажности, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, величины минимального гарантированного напора в наружном трубопроводе. Жилые и общественные здания оборудуются хозяйственно-питьевым и противопожарным водопроводом (допускается устройство объединенного водопровода). Необходимость устройства противопожарного водопровода определяется по СНиП [3, п. 2, 3]. Например: жилые дома менее 12 этажей, гостиницы менее4 этажей и административные здания менее 6 этажей разрешается оборудовать только хозяйственно-питьевым водопроводом.

В зданиях производственного назначения дополнительно устраивается производственный водопровод. При совпадении требований к качеству потребляемой воды производственный водопровод может объединяться с системами питьевого или противопожарного водопровода.

Схема водопровода определяется наличием технических этажей в здании, а также видом и объемом обслуживаемых систем. При выборе схемы внутреннего водопровода учитываются размещение водоразборных устройств, режим водопотребления, надежность снабжения потребителей водой, ремонтопригодность сетей, а также технико- экономическая целесообразность.

Схемы водопроводной сети могут быть:

– *с нижней или верхней разводкой.* При нижней разводке магистральные трубопроводы прокладываются под полом первого этажа или в техническом подполье (подвале), как правило, под потолком подвала. Верхняя разводка применяется в зданиях и помещениях производственного назначения, в банях, прачечных, а также в жилых домах при отсутствии подвала и (или) в зонных водопроводах высотных зданий;

– *тупиковыми или кольцевыми*. В жилых и общественных зданиях обычно применяют тупиковые сети. Необходимость устройства кольцевой сети определяется количеством обслуживаемых пожарных кранов и надежностью снабжения

потребителей водой [3, п. 9.1];

– *зонными*. Применяются при многоэтажной застройке, в случае превышения напора во внутренней сети перед наиболее низко расположенным прибором[3, п. 6.7].

Для небольших жилых зданий обычно принимают тупиковую схемы с одним вводом и нижней разводкой магистрали.

При выборе системы водопровода предварительно необходимо определить ориентировочный потребный набор в точке подключения внутреннего водопровода к уличной сети $H^c_{n.or}$, м вод.ст. и сравнить его с гарантированным напором в сети городского водопровода $H_{гар}$ и величиной допустимого напора во внутренней сети H^c_d, которая не должна превышать 45 м вод. ст. перед санитарным прибором:

$H^c_{n.or} = 10 + 4(n - 1)$, (1)

где n – число этажей в здании.

Если $H^c_{n.or}$ превышает H^c_d, то необходимо предусматривать зонирование водопровода.

Если $H^c_{n.or}$ превышает $H_{гар}$, то необходимо предусматривать установку повысительных устройств.

Если $H^c_{n.or} \leq H_{гар}$, то система водоснабжения может работать под давлением сети городского водопровода, что является наиболее простым и экономичным.

Действительный потребный напор H^c_n определяют в результате гидравлического расчета водопроводной сети. По окончании расчета H^c_n сравнивают с величинами H^c_d и $H_{гар}$ на соблюдение вышеперечисленных условий и при необходимости вносят коррективы в принятую схему водоснабжения.

2. Трассировка сети водопровода на плане этажа и плане подвала

Практическую работу рекомендуется начинать с вычерчивания плана здания. На листе наносят:

- Координационные оси;
- Наружные и внутренние стены;
- Перегородки;
- Санитарно-технические приборы

Основными элементами внутреннего водопровода является:

- ввод (один или несколько);
- водомерный узел;
- водопроводная сеть, оборудованная трубопроводами и необходимой арматурой,
- а также водонапорные установки, регулирующие и запасные баки.

Магистральные трубопроводы, ввод и водомерный узел, размещают в подвале здания.

Ввод в здание – трубопровод от наружного водопровода до водомерного узла, располагаемого внутри здания или в специальном отапливаемом помещении. Водомерный узел устанавливается сразу (не далее 1,5–2,0 м) за наружной стеной здания в освещенном, доступном, отапливаемом (температура не ниже5 °С) помещении. Количество вводов определяется выбранной системой и схемой водопровода. *В жилых и общественных зданиях обычно устраивают один ввод.*

Исключением являются жилые дома высотой более 16 этажей или с числом квартир более 400, а также жилые и общественные здания с числом пожарных кранов более 12 шт., для которых следует предусматривать не менее двух вводов. При проектировании двух и более вводов следует предусматривать их присоединение к различным участкам наружной водопроводной сети.

Ввод в здание и, соответственно, домовой водомерный узел располагают в зависимости от планировки здания и месторасположения сетей наружного водопровода. Ввод в здание прокладывается по наикратчайшему расстоянию. Как правило, ввод располагают в месте наибольшего расположения санитарных приборов. *При симметричной планировке здания и равномерном размещении санитарных узлов на планах целесообразно выполнять ввод водопровода в центре здания. В случае, когда труба городского (уличного) водопровода проходит параллельно торцевой стенке здания, возможно устройство ввода через торцевую стену.* В этом случае сокращаются расстояния до наиболее удаленной (диктующей)водоразборной точки. Вводы водопровода следует выполнять из чугунных или полимерных (ПНД, ПВХ) труб диаметром не менее 50 мм. Непосредственно через наружную стену здания, а также при пересечении капитальных стен внутри здания трубопроводы прокладывают перпендикулярно в гильзах. Размеры отверстий и гильз, а также способы их заделки зависят от диаметра ввода и уровня грунтовых вод [5]. Вводы укладывают с уклоном 0,005в сторону наружной сети для возможного его опорожнения и удаления воздуха через санитарные приборы. В месте присоединения ввода к наружной сети, на расстоянии не более 6 м от места врезки, устанавливают отключающую задвижку. При размещении задвижки на газонах допускается ее установка в колодце, при размещении задвижки на проезжей части или тротуаре следует устанавливать бесколодезную задвижку.

Водомерный узел оборудуется счетчиком воды, фильтром грубой очистки (для удаления механических загрязнений), задвижками для возможного ремонта или замены счетчика, прямолинейными патрубками и до, и после счетчика (длина прямолинейного трубопровода до счетчика – не менее 5 диаметров трубы, после счетчика – не менее 2).

3. Последовательность графического нанесения на поэтажные планы:

1. наносят водопроводные стояки в санитарных узлах на плане 1 этажа.

Стандартные диаметры водопроводных стояков - 25 и 32 мм. Водопроводные стояки диаметром до 50 мм изображают точкой, более 50 мм - кружком, обозначают и нумеруют В1-1, В1-2 и т.д. Показывают подводки от стояков к водоразборной арматуре.

С поэтажных планов здания стояки переносятся на план технического подполья (подвала) с осевой привязкой. Водопроводные (и канализационные) стояки размещают открыто у задней стенки санитарных узлов. В жилых зданиях водопроводные стояки располагают по одной вертикали по всем этажам. Не следует размещать водопроводные стояки вдоль стен, примыкающим к жилым помещениям. Стояки на плане подвала и плане 1 этаж нумеруются порядковыми номерами с обозначением условной маркировки назначения трубопроводов.

2. на плане подвала показывают разводку магистральных сетей, подводки к стоякам и поливочным кранам, месторасположение водомерного узла, запорной и регулирующей арматуры, а также иных элементов системы водоснабжения, размещаемых в подвале, а так же ввод в здание.

Поливочные краны размещают в нишах наружных стен здания (размер ниш 200 ×300 мм) на высоте 0,3–0,4 м от отмостки. Диаметр трубы, идущей к поливочному крану d_y = 25 мм. Общее количество поливочных кранов для здания определяется из расчета установки одного крана на 60–70 м периметра здания. Если поливочный кран разместить в нише наружной стены невозможно, то его размещают в коверах вблизи здания.

Ввод водопровода прокладывают под прямым углом к стене здания. В месте присоединения ввода к сети наружного водопровода устраивают колодец, в котором размещают запорную арматуру (вентиль или задвижку) для отключения ввода при ремонте.

Глубина заложения труб вводов зависит от глубины заложения сети наружного водопровода

($H_{н.\ в}$), которую назначают с учѐтом глубины промерзания грунта $H_п$, :$H_{н.\ в.}$+0,05 м. Расстояние по горизонтали в свету между вводами и выпускам должна быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200мм. Диаметр отверстия для ввода в стене фундамента или подвала здания должен быть на 400мм. больше диаметра трубы ввода. Зазор заделывается эластичным водогазонепроницаемым материалом (мягкой глиной, смоляной прядью) и цементным раствором марки300, слоем 20-30 мм.

Трубопровод ввода водопровода соединяется с водопроводной магистралью, которая, как правило, прокладывается по оси здания и крепится к потолку подвала или стенкам с помощью полок, подвесок, кронштейнов и других приспособлений на расстоянии 0,10–0,15 м. от плиты перекрытия (пола первого этажа). Магистраль подводит воду ко всем стоякам и

прокладывается с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода для опорожнения в случае капитального ремонта. Магистраль, подводки к стоякам и стояки должны были доступны для осмотра и ремонта.

3. Расстановка запорной арматуры

- на каждом вводе
- у основания стояков
- на ответвлениях от магистральных линий водопровода;
- ответвлениях в каждую квартиру;
- ответвлениях разводящей сети для обеспечения возможности отключения ее отдельных участков;
- подводках к сливным бачкам (при необходимости);
- перед наружными поливочными кранами.

4. Маркировка элементов на планах

На планах необходимо замаркировать стояк в соответствии с назначением, для этого делают выносную линию, на верхней полке указывают Ст. В1-1 , на нижней полке – диаметр трубы.

На плане подвала показать диаметр трубы подводящей к поливочному крану, на магистральной сети показать маркировку сети В1, на вводе в здание подписать «ввод В1» и указать диаметр ввода, на магистральной линии показать уклон и диаметр трубы, привязку трубы ввода к координационной оси.

4. Оформление работы

Проектную документацию необходимо оформлять следующим образом:

- *подоснова* графической части работы вычерчивается *тонкими вспомогательными линиями*, *проектируемые объекты* выполняются *основными линиями*.

В данной работе тонкими линиями вычерчивается строительная часть здания, а проектируемые трубопроводы водопровода и канализации – толстыми. На всех планах здания должны быть указаны основные строительные размеры здания.

- условные и графические обозначения элементов трубопроводов следует приводить по ГОСТ 2.784–96,
- условные и графические обозначения трубопроводной арматуры – по ГОСТ 2.785–96,
- условные обозначения трубопроводов – по ГОСТ 21.206–93,
- условные обозначения элементов санитарно-технических систем – по ГОСТ21.205–93.

Стояки систем водопровода и канализации рекомендуется обозначать маркой «***Ст.***»,

колодцы – маркой «***К***». К этому обозначению добавляется обозначениесистемы и порядковый номер стояка или колодца. Например:

Ст. В1-1 – первый стояк хозяйственно-питьевого водопровода;

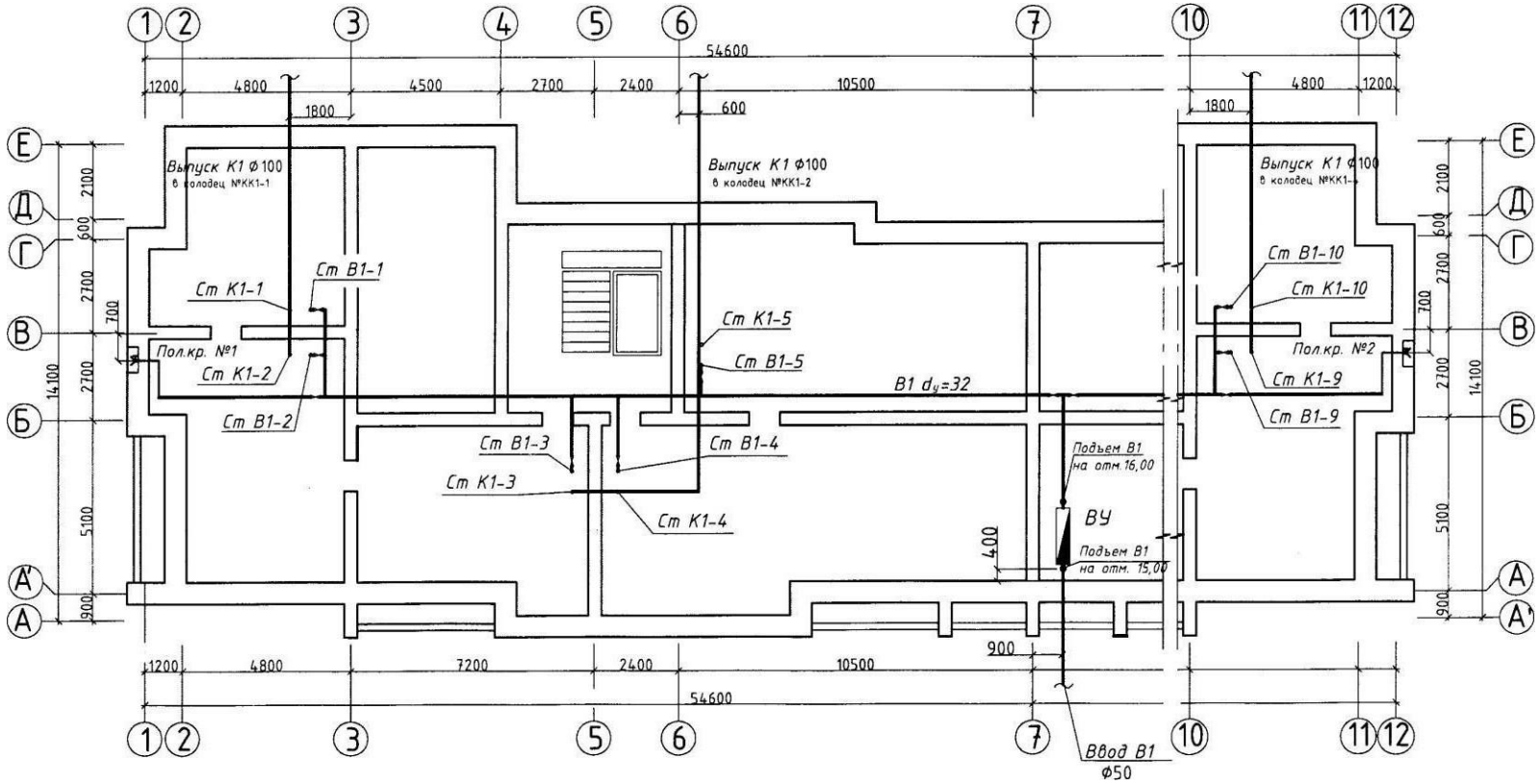
Ст. К1-2 – второй стояк бытовой канализации;

КК2-3 – третий колодец ливневой канализации.

Опуски и подъемы трубопроводов обозначаются по ходу движения жидкости с обозначением высотной отметки продолжения трубопровода, например:

Опуск В1 на отм. 2,34.

Графические материалы должны вычерчиваться на листах стандартногоформата с основной надписью. Выбор формата листа и количество размещаемыхна нем материалов определяется студентом.


Выпуск К1 Ф100
в колодец №КК1-1
Выпуск К1 Ф100
в колодец №КК1-2
Выпуск К1 Ф100
в колодец №КК1-
Ст К1-1
Ст В1-1
Ст К1-2
Ст В1-2
Ст К1-5
Ст В1-5
Ст В1-3
Ст В1-4
Ст К1-3
Ст К1-4
Ст В1-10
Ст К1-10
Ст К1-9
Ст В1-9
Пол.кр. №1
Пол.кр. №2
В1 $d_у$=32
Подъем В1
на отм.16,00
ВУ
Подъем В1
на отм. 15,00
Ввод В1
Ф50
54600
1200
4800
4500
2700
2400
10500
7200
1800
600
900
400
700
14100
5100
2100

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7 СОСТАВЛЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ.

Цель: научиться вычерчивать аксонометрическую схему системы внутреннего холодного водоснабжения.

Необходимые материалы и оборудование: план этажей, подвала, методические указания.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Вычертить безмасштабную аксонометрическую схему водопровода.
3. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Аксонометрическая схема водопровода является по существу расчетной схемой, поэтому строится с указанием всех элементов сети:

- ввода с водомерным узлом,
- стояков,
- арматуры,
- поливочных кранов,
- устройств повышения напора,
- подводок к приборам и др.

Необходимо построить расчетную безмасштабную схему водопровода в аксонометрической фронтальной проекции. Схема и план этажа должны быть одинаково ориентированы. В качестведиктующей точки принимается наиболее высокорасположенный и удаленный от ввода водоразборный прибор (например, смеситель у душа). Подводки к стоякам целесообразно прокладывать по стенам на высоте 0,1-0,2 м от пола. Подводка к смывному бачку может осуществляться непосредственно от стояка холодной воды: на высоте 2,1 м. от пола для высоко располагаемого и на высоте 0,65 м - для низкорасположенного. Магистральный трубопровод, как правило, прокладывается по оси здания и крепится к потолку подвала или стенкам с помощью полок, подвесок, кронштейнов и других приспособлений на расстоянии 0,10–0,15 м. от плиты перекрытия (пола первого этажа).

На схеме необходимо показать отметки:пола подвала и этажей,

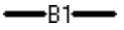
- осей всех горизонтальных участков трубопроводов,
- водомерного узла (оси водосчетчика),

- а также отметку диктующего водоразборного прибора.

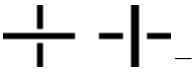
Расстановка запорной арматуры

- на каждом вводе
- у основания стояков
- на ответвлениях от магистральных линий водопровода;
- ответвлениях в каждую квартиру;
- ответвлениях разводящей сети для обеспечения возможности отключения ее отдельных участков;
- подводках к сливным бачкам (при необходимости);
- перед наружными поливочными кранами.

Условные графические обозначения элементов трубопроводов, арматуры и санитарно-технических устройств.



– видимый участок трубопровода В1 (открытая прокладка).


– пересечение труб.

– кран водоразборный.

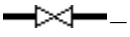
– кран поливочный.

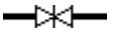
- поплавковый клапан смывного бачка унитаза.

– смеситель для мойки или умывальника.

– смеситель с душевой сеткой.

– смеситель общий для ванны и умывальника.


– вентиль запорный (диаметром 15, 20, 25, 32, 40 мм).


- задвижка (диаметром 50 мм и более).

– клапан обратный.

– водомер (счетчик расхода воды).

– манометр.

Пример выполнения:

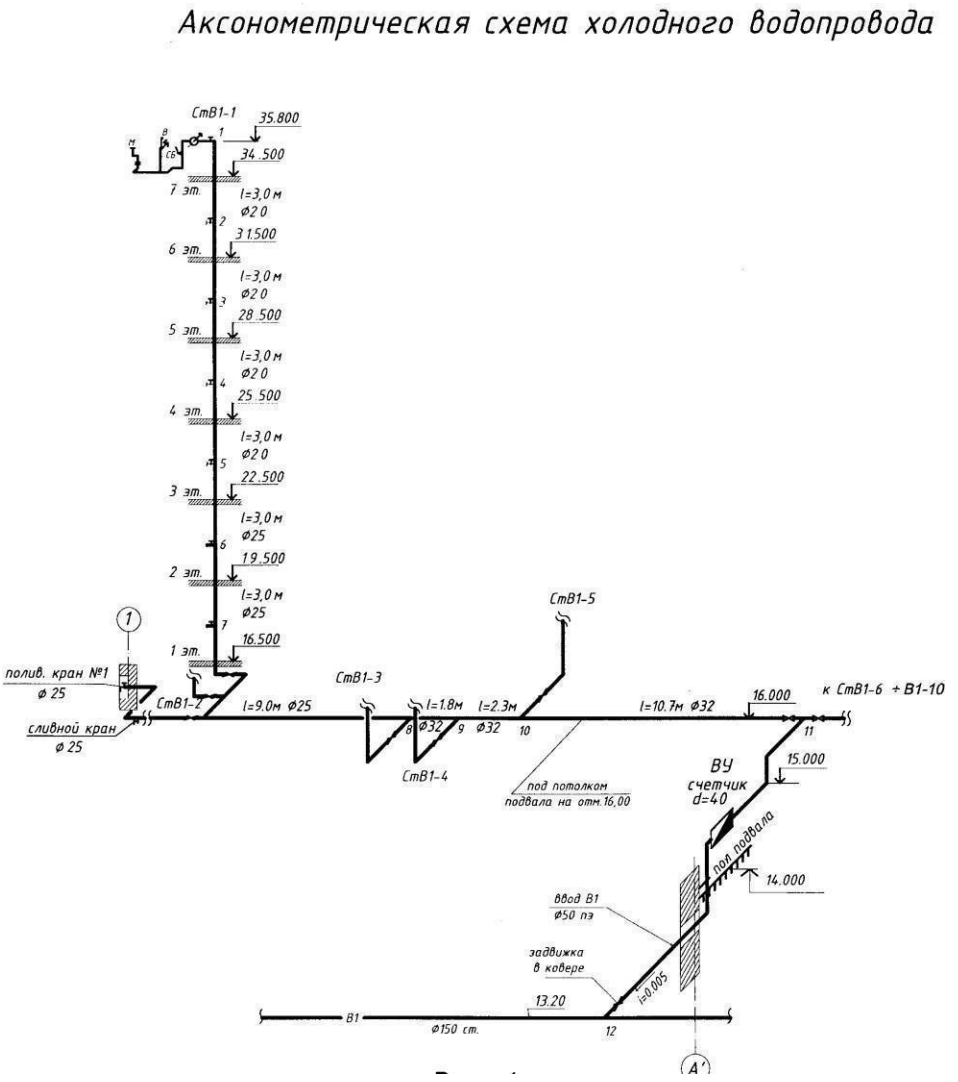


Рис.10 Аксонометрическая схема холодного водоснабжения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №8 НАНЕСЕНИЕ НА ПЛАНЫ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ СЕТЕЙ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Цель: ознакомиться с системами внутренней канализации, основами проектирования.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература.

Ход работы:

1. Руководствуясь нормативной литературой, внимательно изучить рекомендации для проектирования сетей внутренней канализации.
2. Зарисовать аксонометрическую схему сетей внутренней канализации.
3. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Используемая литература:

СП30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий/ Минстрой России. - М.: ГУПЦПП, 1996. – 60с.;

СТО 02494733 5.2-01-2006. Внутренний водопровод и канализация зданий. ФГУП «СантехНИИпроект» Росстроя, 2006. – 85с.

На решение схемы сетей внутренней канализации влияют расположение санитарно-технических приборов на этажах зданий и конструктивные особенности зданий.

Система водоотведения жилых зданий состоит из следующих элементов: приемников сточных вод (санитарных приборов), гидрозатворов, отводных трубопроводов, канализационных стояков, вытяжных трубопроводов, горизонтальных сборных трубопроводов и выпусков.

При проектировании необходимо стремиться к тому, чтобы сети кратчайшим путем отводили стоки за пределы здания и имели минимальное количество поворотов, так как надежность работы канализационных сетей заключается в их незасоряемости и устойчивой, без срыва гидравлических затворов пропускной способности.

Руководствуясь архитектурно-планировочными решениями и технологическими проектными материалами, на поэтажные планы наносят места расположения стояков: вблизи группы санитарных приборов, ближе к прибору с наибольшим расходом и концентрацией загрязнений стояков.

Размещают их в монтажных шахтах, кабинах, блоках ближе к углу стен и перегородок.

Диаметр канализационного стояка принимают в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Канализационные стояки на всех схемах

и планах обозначаются буквенно-цифровыми индексами: Ст К1-1, Ст К1-2…

От приборов к стоякам прокладывают отводные трубы вдоль стен над полом. Отводные трубы прокладывают с одним уклоном в сторону стояка и присоединяют к нему с помощью тройников или крестовин.

На планах подвала показывают все канализационные стояки, горизонтальные сборные трубопроводы и выпуски в наружную сеть.

Горизонтальные сборные трубопроводы монтируются в подвале под потолком на расстоянии 0,5м с креплением на подвесках, кронштейнах или над полом на жестких опорах. Уклон должен быть в сторону выпуска.

Уклоны отводных и горизонтальных трубопроводов принимаются в зависимости от диаметра: например, при d=100мм i = 0,02 при d=50мм i = 0,03. При отсутствии подвала сборные трубопроводы и выпуски прокладывают под полом первого этажа или в каналах.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца принимается по табл.7 [1]: при d = 50мм длина выпуска 8м; при d =100мм длина выпуска 12м и 15м при d=150мм и более. Диаметр выпуска следует определять расчетом, он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединенных к данному стояку.

Выпуски располагают по возможности с одной стороны здания, желательно во двор, перпендикулярно наружным стенам. Следует присоединять к наружной сети под углом не менее 900 (считая по движению сточных вод) с уклоном не менее 0,02 в сторону смотрового колодца.

В местах пресечения выпуска с фундаментом здания устраивают проемы размером не менее 300 х 300мм при диаметре выпуска 50-100мм и не менее 400 х 400мм при диаметре 125-150мм. При прокладке выпуска ниже фундамента устаивают футлярили предусматривают местное заглубление фундамента не менее чем на 100мм ниже основания трубы.

На сетях внутренней канализации необходимо предусматривать ревизии и прочистки, которые устанавливаются:

- на стояках, при отсутствии на них отступов – в нижнем и верхнем этажах, при наличии отступов также на вышерасположенных над отступами этажах;

- в жилых зданиях высотой 5 этажей и более – не реже чем через 3 этажа;

- в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединенных приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки;

- на поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки.

Ревизии и прочистки необходимо устанавливать в местах, удобных для их обслуживания.

Вытяжная часть канализационного стояка выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту[1]:

- от плоской неэксплуатируемой и скатной кровли - 0,2 м;

- обреза сборной вентиляционной шахты - 0,1 м и должна быть удалена от открываемых окон и балконов не менее чем на 4 м.

Высота вытяжной части на эксплуатируемых кровлях должна быть не менее 3 м, но при этом вытяжка должна объединять не менее 4-х стояков. При невозможности выполнить это условие канализационные стояки не следует выводить выше кровли, в этом случае каждый стояк должен оканчиваться вентиляционным клапаном (пропускающим воздух только в одну сторону – в стояк), устанавливаемым в устье стояка над полом этажа, где установлены самые высокорасположенные приборы и оборудование. Аналогичные решения следует принимать во всех случаях, когда канализационные газы от стояков необходимо отвести из зоны пребывания людей [1].

Аксонометрические схемы сетей внутренней канализации выполняются аналогично схемам водопроводных сетей, и включают все элементы сетей от места присоединения выпуска к смотровому колодцу до верхнего среза вентиляционной части стояков. Отличием от схемы водопроводов является необходимость прорисовки всех фасонных соединительных частей, при этом раструбы показывают засечками (рисунок 2).

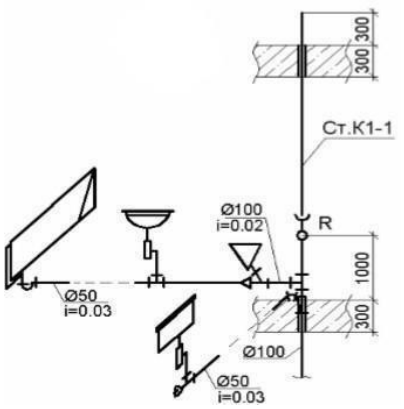


Рис.11 Схема внутренней канализации.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №9 СОСТАВЛЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ ЗДАНИЙ.

Цель: научиться вычерчивать аксонометрическую схему системы внутренней канализации.

Необходимые материалы и оборудование: план этажей, подвала, методические указания.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. На основании практического задания №11 вычертить безмасштабную аксонометрическую схему канализации.
3. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

1. Составление расчетной схемы внутренней канализации.

Аксонометрическая схема канализации является расчетной схемой, поэтому строится с указанием всех элементов сети:

- приемники сточных вод;
- отводные трубы
- стояки;
- разводящая сеть;
- вывод из здания;
- ревизии и прочистки;
- вытяжная часть.

Внутренние системы водоотведения от жилого дома проектируют для отвода бытовых сточных вод от санитарных приборов в дворовую канализацию, а затем - в городскую водоотводящую сеть.

Отводные трубы служат для отвода сточной жидкости от санитарных приборов. Прокладывают их прямолинейно по стенам выше пола с уклоном 0,03 (при диаметре 50 мм и 0,02 при диаметре 100 мм) в сторону стояка. Диаметры отводных труб принимаются в зависимости от вида присоединяемых приборов. *Отводные трубы от унитазов*

принимаются 100 мм, от остальных приборов-50мм. Отводные трубы присоединяются к стоякам системы водоотведения при помощи фасонных частей (тройников, крестовин). Двухстороннее присоединение отводных труб от ванн к одному стояку на одной отметке допускается с применением косых крестовин. В подвалах следует принимать тройники и крестовины косые. Применять прямые крестовины в горизонтальной плоскости не допускается. Гидравлические затворы предназначены для предотвращения попадания газов из системы водоотведения в помещения. Их устанавливают под санитарными приборами.

Стояки, транспортирующие сточную воду от отводных трубопроводов в нижнюю часть здания, *размещают в санузлах вблизи приемников сточных вод открыто*, у стен или в нишах внутренних стен здания, *рядом со стояком холодной воды*. Для двух смежных санитарных узлов устраивается один стояк системы водоотведения, а в сантехнических кабинах (в панельных зданиях) по одному на кабину. По всей высоте стояки должны иметь один диаметр, не меньший наибольшего диаметра поэтажного отвода или присоединяемых к ним приемников сточных вод (наибольший диаметр отводного трубопровода диаметром 100 мм имеет унитаз).

Канализационные стояки должны быть выведены выше кровли здания на высоту:

- не более 0,5 м – для неэксплуатируемой кровли;
- 2,5–3,0 м – от эксплуатируемой кровли;
- не менее 0,1 м – от обреза сборной вентиляционной шахты.

Диаметр вытяжной части стояка равен диаметру сточной части стояка.

Стояк в нижней части проходит в выпуск, служащий для отвода сточной жидкости в дворовую сеть. Диаметры выпусков принимаются наибольшим диаметром стояков (100 мм). Количество выпусков от одного здания принимается обычно равным количеству подъездов в здании. Выпуски водоотведения следует по возможности располагать с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам. Минимальную глубину прокладки выпуска определяют:

- в зависимости от промерзания грунта (низ трубы прокладывается выше границы промерзания на 0,3 м);
- с учетом механической прочности труб (0,7 м до верха трубы).

Выпуски из здания монтируют прямыми, без изломов. Выпуски направляют за пределы стен дворовых фасадов, а не на главный фасад здания. Наибольшая допустимая длина трубы выпуска от прочистки до оси смотрового колодца зависит от диаметров труб выпуска:

- при диаметре 50 мм – 8 м,
- при диаметре 100 мм – 12 м.

Наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены до смотрового колодца принимается в зависимости от грунтов: для твердых грунтов – 3 м, для макропористых просадочных грунтов – 5 м.

Для прочистки сети водоотведения необходимо предусматривать устройства для прочистки (ревизии и прочистки). Ревизии служат для прочистки сети в обоих направлениях и представляют собой люк в трубе с крышкой и резиновой прокладкой. Прочистки позволяют прочищать трубу лишь в одном направлении, выполняются в виде косого тройника 45^0 и отвода 135^0 или двух отводов 45 0, раструб закрывается заглушкой.

Ревизии или прочистки предусматривают:

- на стояках, при отсутствии на них отступов, в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов, также и на вышерасположенных над отступами этажах;
- в жилых зданиях высотой пять этажей и более – не реже чем через три этажа;
- в начале участков отводных труб при числе присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройств для прочистки;

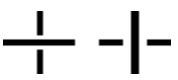
На поворотах сети – при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки.

На схеме необходимо показать отметки:

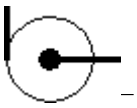
- пола подвала и этажей,
- осей всех горизонтальных участков трубопроводов, а также отметку диктующего водоразборного прибора.

Условные обозначения

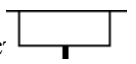
– невидимый участок трубопровода К1 (скрытая прокладка).



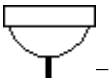
– пересечение труб.



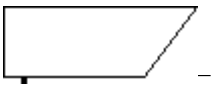
– насос центробежного типа.

– вибровс 

(армированный резиновый шланг). – мойка кухонная.



– умывальник.



– ванна.

– унитаз с косым выпуском.

– трап напольный с сифоном (гидрозатвором).

– воронка водосточная колпаковая (для неэксплуатируемых кровель).

– воронка водосточная плоская (для эксплуатируемых кровель).

– труба трубная канализационная.

– патрубок переходной (обычно для перехода с Ж 50 мм на Ж 100 мм).

– колено (для поворота трубопроводов канализации на 90°). – отвод (для поворота трубопроводов канализации на 135°). – тройник прямой (для стояков).

– тройник косой (преимущественно для горизонтальных участков).

– крестовина прямая (для стояков).

– крестовина косая (преимущественно для горизонтальных участков).

– сифон коленчатого типа (под умывальниками и мойками).

– сифон бутылочного типа (под умывальниками и мойками).

– сифон для ванны.

– ревизия.

Пример выполнения:

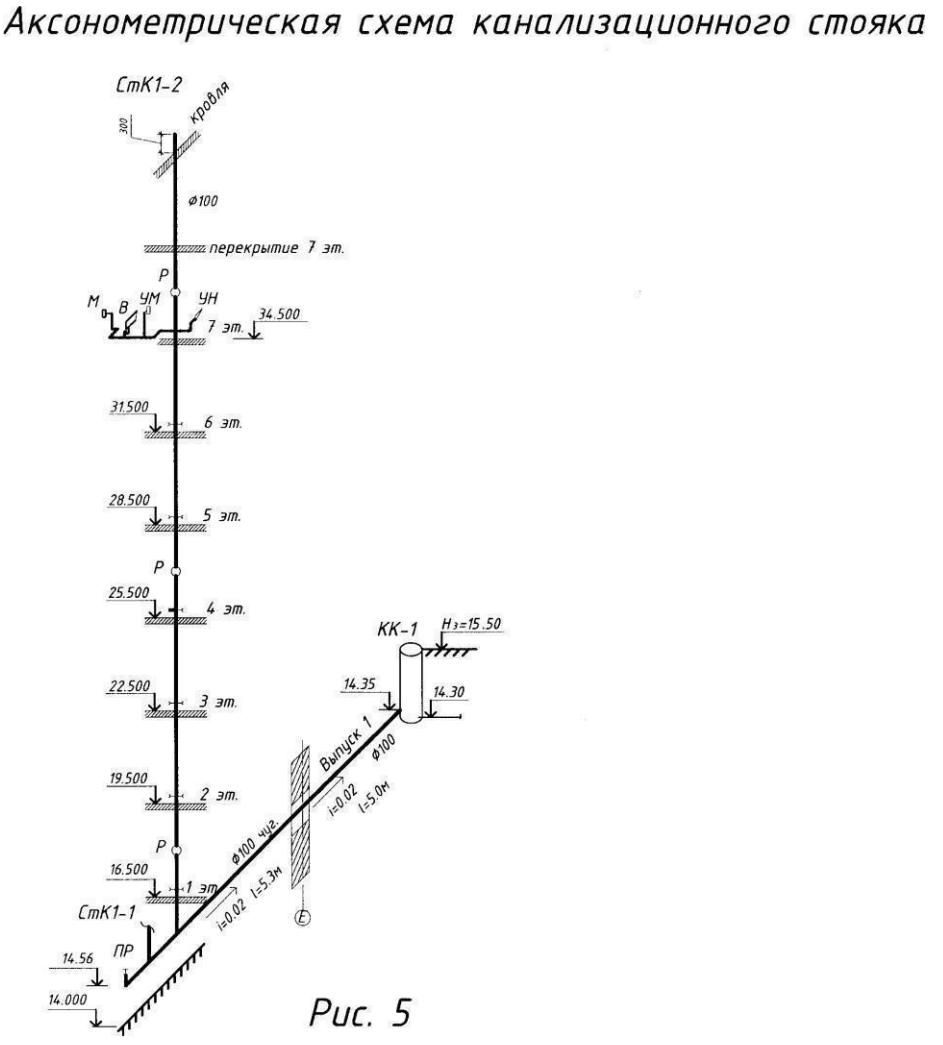


Рис. 11 Фрагмент аксонометрической схемы канализации здания.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №10
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ (НАРУЖНОЙ СТЕНЫ, НАДПОДВАЛЬНОГО И ЧЕРДАЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ)

Цель: научиться выполнять теплотехнический расчет наружной стены, надподвального, чердачного перекрытий; уметь пользоваться технической документацией; уметь выбирать характеристики материалов для расчета.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Оформить отчет и сдать на проверку.
3. Данные для выполнения практического задания выбрать в соответствии с номером по журналу

№ п/п	Город	№ п/п	Город
1	Москва	17	Великие Луки
2	Санкт-Петербург	18	Казань
3	Архангельск	19	Петропавловск-Камчатский
4	Вологда	20	Саранск
5	Брянск	21	Ставрополь
6	Липецк	22	Саратов
7	Волгоград	23	Самара
8	Чебоксары	24	Петрозаводск
9	Элиста	25	Ижевск
10	Уфа	26	Псков
11	Таганрог	27	Великий Новгород
12	Муром	28	Ярославль
13	Калуга	29	Нижний Новгород
14	Арзамас	30	Ростов-на-Дону
15	Вязьма	31	Белгород
16	Киров (Вятка)	32	Камышин

Варианты ограждающих конструкций (наружной стены, надподвального и

чердачного перекрытий) конструкций

Вариант задания	Конструкция наружной стены	Конструкция перекрытия над подвалом	Конструкция покрытия, перекрытия чердачные
1-5	1 – слой штукатурки, армированный сеткой, δ=30мм; 2 – минераловатные плиты ρ_o=75 кг/м3; δ=?; 3 – кладка из полнотелого глиняного кирпича ρ_o =1800 кг/м^3, δ=380мм	1 - ж/б плита, δ=220мм 2 – пенополистирол ρ_o =35 кг/м3; δ =?; 3 - пароизоляция (поливинилхлоридная пленка); 4 – прослойка из ДВП, ρ_o =400 кг/м^3, δ=6 мм; 5 – линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове ρ_o =1600 кг/м^3, δ=4мм.	1 – известково-песчаная штукатурка, δ=10мм; 2 – железобетонная плита, δ=100мм; 3 – пароизоляция(полиэтилен), δ=5мм; 4 – пенополистирол ρ_o =25 кг/м^3); δ=?; 5 – цементная стяжка, δ=5мм.
6-10	1 – слой штукатурки, армированной сеткой, δ=30мм; 2 – минераловатные плиты ρ_o =80 кг/м^3, δ=? 3 – кладка из керамзитобетонных блоков ρ_o =1200 кг/м^3, δ=400мм	1 - ж/б плита, δ=150мм; 2 – пенополистирол ρ_o =35 кг/м^3, δ=?; 3 – пароизоляция (поливинилхлоридная пленка); 4 – лаги из досок, δ=40мм; 5 – доски пола, δ=40мм	1 – ж/б плита, δ=220мм; 2 – пароизоляция(поливинилхлоридная пленка), δ=5мм; 3 – утеплитель (пенополистирол) ρ_o =25 кг/м^3); δ=? 4 – доски ходовые, δ=20мм
11-15	1 – лицевой пустотный керамический кирпич ρ_o = 1200 кг/м^3, δ=120мм; 2 – пенополистирол листовой ρ_o =25 кг/м^3, δ=? 3 – кладка из пенобетонных блоков ρ_o =600 кг/м^3, δ=400мм	1 - ж/б плита, δ=220мм; 2 – плиты из пенопласта ρ_o =125 кг/м^3, δ=?; 3 - пергамин на битумной мастике, δ=3мм;λ = 0,17 4 – водонепроницаемый цементный раствор, δ=20мм; 5 – керамическая плитка, δ=30мм	1 – известково-песчаная штукатурка, δ=10мм; 2 – железобетонная плита, δ=220мм; 3 – пароизоляция, (поливинилхлоридная пленка), δ=5мм; 4 – пенополистирол ρ_o =25 кг/м^3); δ=?; 5 – цементная стяжка, δ=10мм.

16-20	1 – лицевой пустотный керамический кирпич ρ_o = 1200 кг/м^3, δ=250мм; 2 – пенополистирол листовой ρ_o =45 кг/м^3, δ=? 3 – кирпич обыкновенный глиняный, δ=250мм	1 – паркетные доски, δ=15мм; 2 – стяжка из ДСП, ρ=200 кг/м^3; δ=10мм 3 – гидроизоляция, полиэтиленовая пленка, δ=1мм; 4 – экструдированныйпенополистирол,ρ_o =35 кг/м^3 δ =?; 5 – ж/б плита, δ=220мм	1 –ж/б плита, δ=220мм; 2 – пароизоляция, δ=5мм; 3 – плиты минераловатныеρ_o=200кг/м^3; δ=? 4 – стяжка цементная, δ=20мм.
21-25	1 – слой штукатурки, армированной сеткой, δ=20мм; 2 – кирпич обыкновенный глиняный, δ=380мм; 3 – минераловатные плиты ρ_o =80 кг/м^3, δ=?; 4 – лицевой пустотный керамический кирпич ρ_o = 1200 кг/м^3, δ=120мм;	1 – железобетонная плита, ρ_o = 1200 кг/м^3,δ=100мм; 2 – пенополистирол ρ_o =35 кг/м^3, δ=?; 3 – воздушная прослойка, δ=30мм; 4 – доски, δ=40мм; 5 – паркет (дуб поперек волокон), δ=20мм.	1 – известково-песчаная штукатурка, δ=10мм; 2 – железобетонная плита, δ=100мм; 3 – пароизоляция, δ=5мм; 4 – пенополистирол ρ_o =25 кг/м^3); δ=?; 5 – цементная стяжка, δ=5мм.
26-30	1 – слой штукатурки, армированной сеткой, δ=20мм; 2 – бетон, δ=140мм; 3 – минераловатные плиты ρ_o =75 кг/м^3, δ=?; 4 – лицевой пустотный керамический кирпич ρ_o =	1 – железобетонная плита, ρ_o = 1200 кг/м^3,δ=220мм; 2 – пенополистирол ρ_o =35 кг/м^3, δ=?; 3 – цементная стяжка, ρ_o =35 кг/м^3, δ=45мм; 4 – древесно-стружечная плита, ρ=200 кг/м^3, δ=10мм; 5 – линолеум на теплоизоляционной основе, δ=5мм.	1 – ж/б плита, δ=220мм; 2 – пароизоляция (поливинилхлоридная пленка), δ=5мм; 3 – утеплитель (пенополистирол) ρ_o =25 кг/м^3); δ=? 4 – доски ходовые, δ=20мм

	1200 кг/м³, δ=120мм;		
31-35	1 – слой штукатурки, армированной сеткой, δ=20мм; 2 – бетон, δ=140мм; 3 – минераловатные плиты ρ_o =75 кг/м³, δ=?; 4 – наружный отделочный слой ρ_o = 1800 кг/м³, δ=15мм;	1 – паркетные доски, δ=15мм; 2 – стяжка из ДСП,ρ=200 кг/м³, δ=10мм; 3 – гидроизоляция, полиэтиленовая пленка, δ=1мм; 4 – экструдированный пенополистирол, ρ_o =35 кг/м³ δ =?; 5 – ж/б плита, δ=220мм	1 – известково-песчаная штукатурка, δ=10мм; 2 – железобетонная плита, δ=220мм; 3 – пароизоляция, δ=5мм; 4 – пенополистирол ρ_o =25 кг/м³); δ=?; 5 – цементная стяжка, δ=10мм.

4. Выполнить теплотехнический расчет наружной стены.
5. Выполнить теплотехнический расчет надподвального перекрытия.
6. Выполнить теплотехнический расчет чердачного перекрытия.

Пояснения к работе:

Виды конструкций, которые подвергаются теплотехническому расчету.

Теплотехническому расчету подвергаются следующие ограждающие конструкции:

наружные стены;

чердачные и надподвальные перекрытия при холодных чердаках и подвалах.

Если чердак теплый, расчету подлежит покрытие.

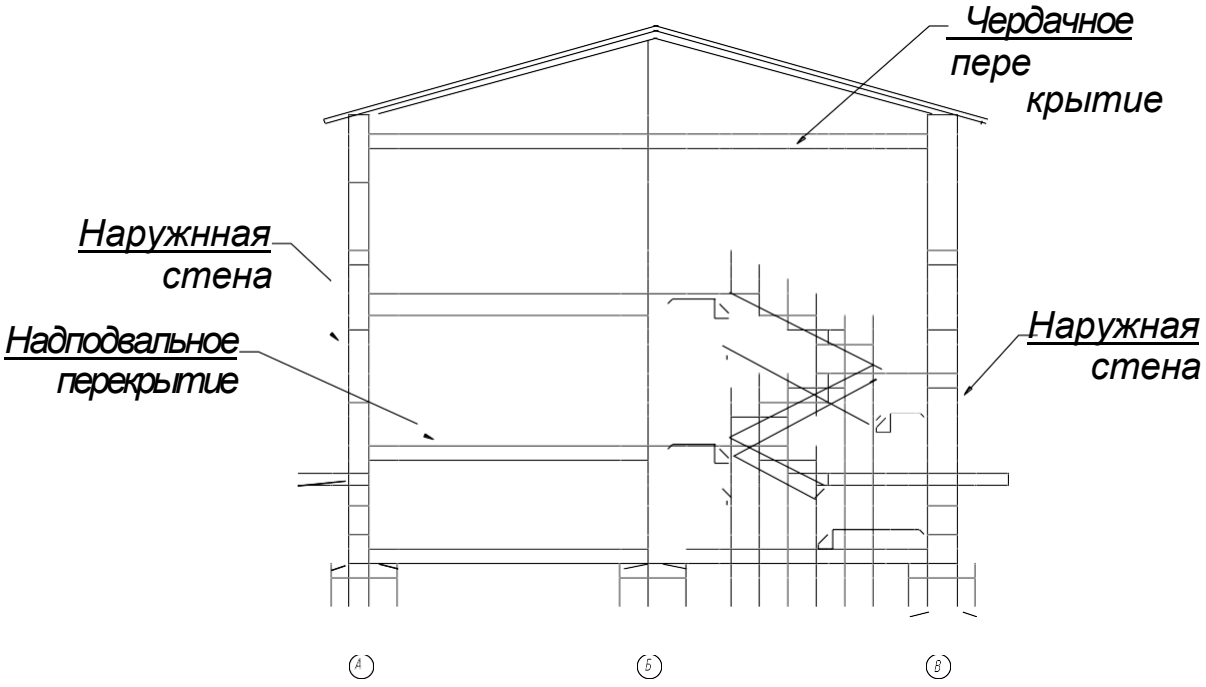


Рис.12 Ограждающие конструкции

Основные требования к ограждающим конструкциям – теплоизоляция помещений в холодный период года. Для ее обеспечения в состав ограждающих конструкций вводят утеплитель. Толщину утеплителя определяют теплотехническим расчетом.

От теплотехнических качеств наружных ограждений зданий зависят:

- благоприятный микроклимат зданий, то есть обеспечение температуры и влажности воздуха в помещении не ниже нормативных требований;
- количество тепла, теряемого зданием в зимний период;
- влажностный режим конструктивного решения ограждения, влияющий на его теплозащитные качества и долговечность.

Создание микроклимата внутри помещения обеспечивается за счет:

- соответствующей толщины и эффективности ограждающей конструкции;
- мощности систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

При проектировании ограждающих конструкций основными исходными данными являются:

- климатические условия района строительства;
- санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий и помещений;
- условий энергосбережения.

Исходные данные.

Климатические параметры, которые учитываются при расчете, собранные за многолетние наблюдения представлены в виде таблиц в ***СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99****** [1].

В случае отсутствия данных для района строительства значений климатических параметров, следует принимать равными значениям ближайшего к нему пункта, приведенного в [1] и расположенного в местности с аналогичными условиями строительства.

Микроклимат здания и помещений характеризуют температура воздуха ($t_в$°C), влажность (W, %), скорость движения воздуха внутри помещения, температура излучения поверхности ограждающих конструкций.

Влажностный режим помещений зданий и сооружений (условия эксплуатации А или Б) в зимний период в зависимости от относительной влажности (W, %) и температуры внутреннего воздуха ($t_в$°C), принимается по ***СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 табл. 1 и 2*** [2]**.**

В зависимости от района строительства может применяться однородная (однослойная) или многослойная ограждающая конструкция. Так, в районах с жарким, сухим климатом, с положительной температурой в зимний период по [2] возможно применение в наружных

стеновых конструкциях:

- однородной каменной кладки;

- облегченной (трехслойной) каменной кладки с утеплителем из:

а) керамзитового гравия;

б) шлака;

в) легкого поризованного бетона;

г) шлакоблоков, газопеноблоков

В районах с холодным, влажным климатом по [2]в качестве стеновых ограждений применяются многослойные конструкции с высокоэффективным теплоизоляционным слоем. Располагаться теплоизоляционный слой должен внутри конструкции. Такое расположение материала обеспечивает его максимальную эффективность.

В качестве теплоизоляционного материала применяют:

- жесткие и полужесткие минераловатные плиты;

- пенополистирол (литой и плитный);

- пенопласт (литой и плитный);

- пенополиуретан.

Данные по материалам конструкции ограждения принимаются по ***СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», прил. Д*** [3]

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

В задачу теплотехнического расчета входит определение толщины утеплителя и оптимальной толщины наружной стены. Методика теплотехнического расчета заключается в определении экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружной ограждающей конструкции. При этом сопротивление теплопередачи наружной ограждающей конструкции должно быть не меньше требуемого сопротивления теплопередачи. В методических рекомендациях рассматривается *расчет многослойной конструкции*.

Принцип теплотехнического расчета многослойной конструкции стены.

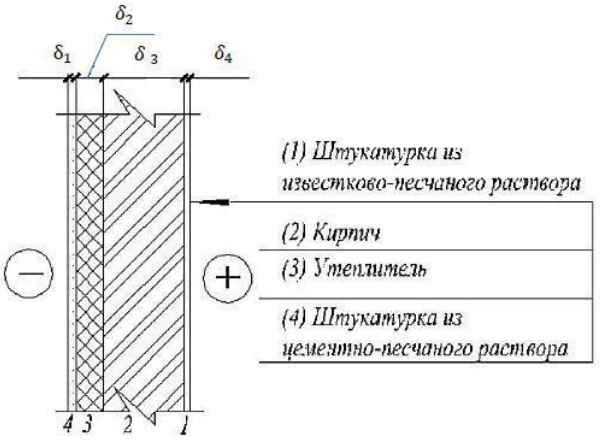


Рис.13 Схема наружной стены

1. На схеме условной штриховкой обозначены материалы слоев и записаны их названия.

2. Цифры показывают порядок записи слоев.

3. Знак «+» обозначает поверхность, обращенную в сторону помещения.

4. Знак «-» обозначает поверхность, обращенную в сторону улицы.

5. δ_1, δ_2, δ_3, δ_4 - толщины каждого слоя.

Основной показатель теплозащитных качеств ограждающих конструкций - сопротивление теплопередачи ограждения R_0, ***м²°С/Вт***. Сопротивление теплопередачи, обеспечивающее нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, называется требуемым сопротивлением теплопередачи ограждающей конструкции $R_{0^{тр}}$, ***м²°С/Вт***, является минимально допустимой величиной.

Сопротивление теплопередаче стены должно быть не меньше нормируемых значений. Нормируемое значение определяется по [2] как $R_{o^{тр}}$ (базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче).

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_{o^{тр}}$, ***м²°С/Вт*** следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода (*ГСОП*) °С·сут/год, региона строительства.

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле согласно формуле (5.2) [2]:

$$ГСОП = (t_в - t_{от})z_{от}, \text{где} \qquad (1)$$

$t_в$, $z_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по [1] для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С, а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С; $t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха зданий, принимаемая согласно приложению 2.

Требуемое сопротивление теплопередачи находится согласно приложения 1 табл.1.

Стена состоит из нескольких слоев. Каждый слой обладает сопротивлением теплопередаче, которое определяются по формуле:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}, \text{ где} \qquad (2)$$

R_s- термическое сопротивление каждого слоя; м²°С/Вт

δ_s– толщина каждого слоя; м

λ_s – расчетные теплопроводности материалов каждого слоя, Вт/ (м·°С)

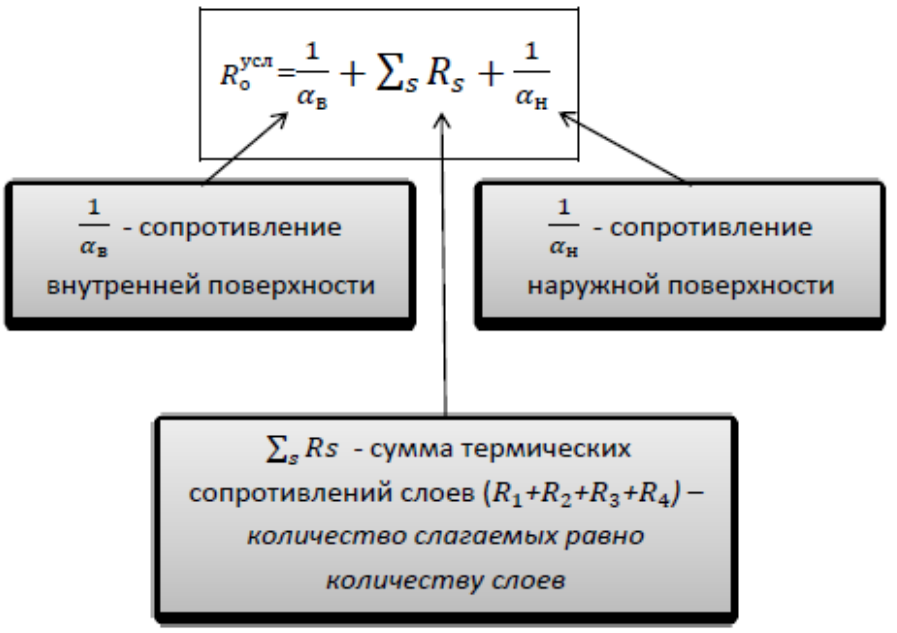
Таким образом, для схемы на рис.2 формулу можно применить так:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}, \quad R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \quad R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \quad R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4}, \text{ где}$$

R_1, R_2, R_3, R_4 – термическое сопротивление слоев, м²°С/Вт

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – коэффициенты теплопроводности материалов каждого слоя конструкции Вт/ (м·°С), которые определяются по [3], прил.Д.

Таким образом согласно [2] условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$ стены складывается из термических сопротивлений ее слоев. Следует также учесть сопротивления внутренней и наружной поверхностей стены:



(3),

где

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/ (м·°С), приложение 3;

$\alpha_н$ – коэффициент теплопередаче наружной поверхности ограждения, Вт/ (м·°С), приложение 3.

Данные коэффициенты определяются по [2], табл. 4 и 6.

Общий вид формулы условного сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции $R_0^{усл}$ будет выглядеть:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \text{ м}^2\text{°С/Вт} \qquad (4)$$

В данной формуле будет одно неизвестное - δ_2 – толщина утеплителя, которую можно выразить из формулы:

$$\frac{\delta_2}{\lambda_2} = R_0^{усл} - \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_н}. \qquad (5)$$

В ходе решения уравнения получается требуемая толщина утеплителя. Результат следует откорректировать в соответствии с толщинами утеплителя, выпускаемыми заводами–изготовителями. Чаще всего толщины эффективных утеплителей кратны 10 мм.

После окончательного определения толщины утеплителя находят сопротивления

теплопередачи ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н}, \text{ м}^2\text{°С/Вт} \qquad (6)$$

С учетом новой толщины утеплителя δ_2.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть не меньше базового значения, требуемого сопротивления теплопередаче:

$$R_0 \geq R_0^{тр}. \qquad (7)$$

Завершить расчет определением толщины ограждающей конструкции (стены).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

«Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций на основе таблицы 3 [2]»

Табл. 1

Здания и помещения, коэффициенты *a* и *b*	Градусосутки отопительного периода, °С*сут/год	Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_o^{тр}$, (м^2 *°С)/Вт		
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами
1.Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы, общежития	2000	2.1	3.2	2.8
	4000	2.8	4.2	3.7
	6000	3.5	5.2	4.6
	8000	4.2	6.2	5.5
	10000	4.9	7.2	6.4
	12000	5.6	8.2	7.3
a	---	0.00035	0.0005	0.00045
B	---	1.4	2.2	1.9
2.Общественные, кроме указанных выше зданий, административные и бытовые, производственные и другие здания с влажным или мокрым режимом	2000	1.8	2.4	2.0
	4000	2.4	3.2	2.7
	6000	3.0	4.0	3.4
	8000	3.6	4.8	4.1
	10000	4.2	5.6	4.8
	12000	4.8	6.4	5.5
a	---	0.0003	0.0004	0.00035
B	---	1.2	1.6	1.3
3.Производственные здания с сухим и нормальным режимом	2000	1.4	2.0	1.4
	4000	1.8	2.5	1.8
	6000	2.2	3.0	2.2
	8000	2.6	3.5	2.6
	10000	3.0	4.0	3.0
	12000	3.4	4.5	3.4
a	---	0.0002	0.00025	0.0002
B	---	1.0	1.5	1.0

Примечание:

Значения $R_o^{тр}$ для величин ГОСОТ, отличающихся от табличных значений, следует определять по формуле:

$$R_o^{тр} = a * ГСОП + b \quad (5)$$

Коэффициенты a и b принимают по таблицы для соответствующих названий зданий

ГСОП – градусосутки отопительного периода

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендации по применению:

- параметры температуры и влажности для теплорасчета принимают по наименьшим оптимальным значениям

Табл. 2

«Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий» согласно ГОСТ 30494 - 2011

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20—22	18—24 (20—24)	19—20	17—23 (19—23)	45—30	60	0,15	0,2
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21—23	20—24 (22-24)	20—22	19—23 (21—23)	45—30	60	0,15	0,2
	Кухня	19—21	18—26	18—20	17—25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Туалет	19—21	18—26	18—20	17—25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24—26	18—26	23—27	17—26	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20—22	18—24	19—21	17—23	45—30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18—20	16—22	17—19	15—21	45—30	60	Не нормируется	Не нормируется
	Вестибюль, лестничная клетка	16—18	14—20	15—17	13—19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Кладовые	16—18	12—22	15—17	11—21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	Жилая комната	22—25	20—28	22—24	18—27	60—30	65	0,2	0,3

Примечание — Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

«Коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней поверхностей ограждения на основе таблиц 4 и 6 [2]»

Рекомендации по применению:

- чердачное перекрытие следует рассматривать как гладкий потолок

- потолки с выступающими ребрами возможны только при применении ребристых плит (например, покрытие промышленного здания)

- перекрытия над холодными подвалами рекомендуется рассматривать как перекрытие над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом

Табл. 3

Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхностей ограждения

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$, Вт/(м^2·°С)
1 Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a, между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2 Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3 Окон	8,0
4 Зенитных фонарей	9,9
Примечание - Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330.	

Табл. 4

Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхностей ограждения

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_н$, Вт/(м^2·°С)
1 Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23
2 Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17
3 Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями, не вентилируемых наружным воздухом	6

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендации:

- влажность внутреннего воздуха помещений и температуру определяют по приложению 2

- по влажности воздуха и температуре помещения с помощью таблицы 5 находят название влажностного режима помещений («сухой», «нормальный», «влажный», «мокрый»):

3. По карте зон влажности для заданного города определяют название зоны влажности («сухая», «нормальная», «влажная»)

4. По таблице 7 находят условия эксплуатации (по названиям влажностного режима помещения и зоны влажности)

Табл. 5

Влажностный режим помещений зданий
(табл.1 [2])

Находят столбец, которому относится температура помещения

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	свыше 12 до 24	свыше 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Свыше 60 до 75	Свыше 50 до 60	Свыше 40 до 50
Влажный	Свыше 75	Свыше 60 до 75	Свыше 50 до 60
Мокрый	-	Свыше 75	Свыше 60

По строчке с влажностью воздуха находят название влажностного режима

Находят в столбце строчку, соответствующую значению влажности воздуха помещения

Табл.6

Картазонвлажности

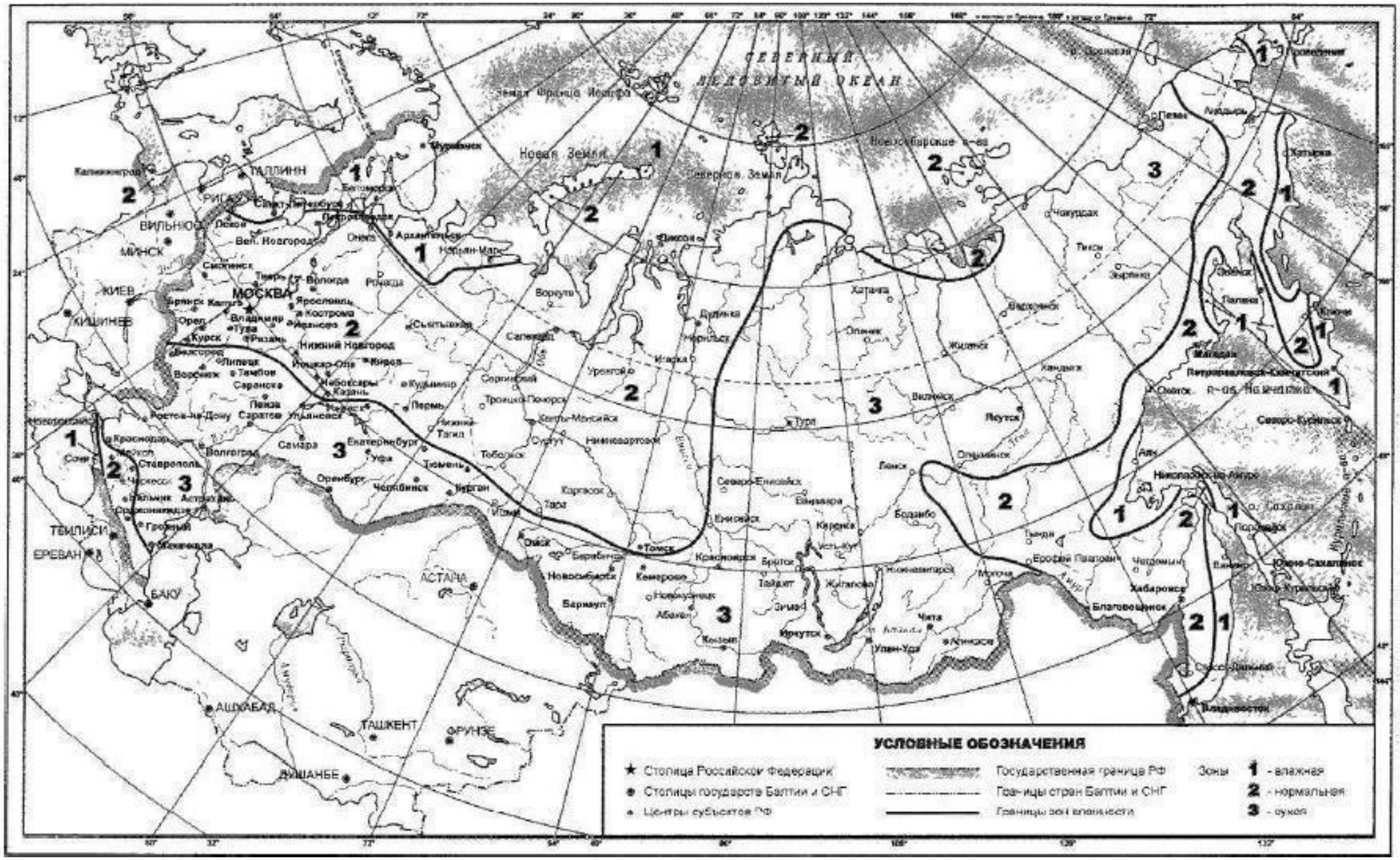


Табл. 7

Условия эксплуатации ограждающих конструкций
(табл.2 [2])

Находят в таблице строчку, соответствующую названию влажностного режима

Находят столбец с названием зоны влажности

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В)		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

На пересечении зоны влажности и влажностного режима находят «А» или «Б» - условия эксплуатации

Пример выполнения:

Требуется определить толщину наружной стены жилого здания.

Исходные данные:

(студент выбирает исходные данные по ПРИЛОЖЕНИЮ 5 табл.8 (город) и табл.9 (тип ограждающих конструкций))

- район строительства – г. Курган;

- ограждающая конструкция – наружная стена из силикатного кирпича, а также в качестве облицовочного слоя – силикатный кирпич, с утеплителем из пенополистирола γ = 40 кг/м^3(вид утеплителя принят в зависимости от района строительства);

- жилое здание;

- температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_н^5$= - 36 °С (по [1], табл. 3.1);

- температура внутреннего воздуха $t_в$+ 21 °С, относительная влажность воздуха – ω =45%;

- средняя $t_{от}$ (отопительного периода) = - 7,6 °С (по [1], табл. 3.1, графа 12);

- продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер.}$=212 суток (по [1], табл. 3.1, графа 11);

Порядок расчета:

1. Расчетная схема и характеристики материалов

Табл.10 Расчетная схема

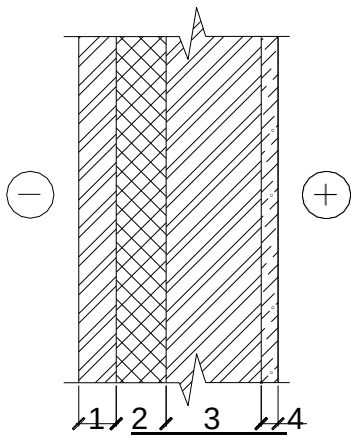
	1 слой – силикатный кирпич (ρ=1800 кг/м^3) 2 слой – пенополистирол (ρ=40 кг/м^3) 3 сло1 – силикатный кирпич (ρ=1800 кг/м^3) 4 слой – штукатурка из цементно-песчаного раствора (ρ=1800 кг/м^3)

Табл. 11 Характеристики материалов

Название материала	*Плотность;* ρо, *кг/м3*	*Толщина δ; м*	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м2·˚С) для условий эксплуатации «А»
силикатный кирпич	1800	120мм = 0,12 м	0,76
пенополистирол	40	?	0,041
силикатный кирпич	1800	380 мм = 0,38 м	0,76
цементно-песчаный раствор	1800	20 мм = 0,02 м	0,76

*Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов выбраны по [3].

2. Нормируемое сопротивление теплопередаче

Согласно приложению №1 данного пособия для нахождения базового значения сопротивления теплопередаче следует рассчитать градусо-сутки отопительного периода:

$\boldsymbol{ГСОП = (t_в - t_{от})\cdot z_{от}}$ = (21-(-7,6)·212 =6063,2°С·сут

По приложению 1 подбираем $\boldsymbol{R_o^{тр}}$. Но рассчитанные ГСОП не совпали с табличными, поэтому значение $\boldsymbol{R_o^{тр}}$ следует считать согласно примечанию по формуле:

$\boldsymbol{R_o^{тр} = a\cdot ГСОП + b = 0{,}00035\cdot 6063{,}2 + 1{,}4 = 3{,}52\ м^2°С/Вт}$

a =0,00035	По таблице приложения 1 для жилых зданий (конструкции стены)
b =1,4	

3. Условия эксплуатации

Условия эксплуатации не заданы. Определим их с помощью приложения 4 данного пособия:

- Согласно приложению № 2 параметры микроклимата жилого дома: температура воздуха - +21˚С; влажность воздуха - 45%
- По таблице 5 приложения 4 влажностный режим помещения - «нормальный»
- Город Курган относится к Курганской области, по карте зон влажности (табл. 6 приложение 4) определим название зоны влажности: «сухая»
- По названиям влажностного режима помещения («нормальный») и зоны влажности наружного воздуха («сухая») с помощью таблицы 7 приложения 4 – условия эксплуатации – «А»

4. Выражение условного сопротивления теплопередаче.

Значения δ_1, δ_2, δ_3, δ_4 и λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 взять из табл.2 данного расчета.

Коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей определяются по

таблицам 3 и 4 приложения 3

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23}, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Для дальнейшего расчета необходимо приравнять $R_0^{усл} = R_0^{тр}$

$$3,52 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23}, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$x = 3,52 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23}\right) = 2,68$$

$$0,041$$

x = 2,68 * 0,041 = 0,11 м = 110 мм

Назначаем толщину пенополистирола 120 мм согласно таблице значений размеров плит.

5. Общее термическое сопротивление ограждения (стены) с учетом новой подобранной толщины утеплителя

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = \mathbf{3,77} \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Проверяем условие: **3,77 (**м²°С/Вт) > **3,52 (**м²°С/Вт)

Условие выполнено, толщина утеплителя рассчитана верно.

**При несоблюдении условия необходимо увеличить толщину утеплителя и произвести расчет снова.*

6. Общая толщина стены:

0,12 + 0,12 + 0,38 + 0,02 = 0,64 м.

Расчет чердачного и надподвального перекрытия.

Расчет чердачного и надподвального перекрытия начинают с:

- назначения слоев конструкций,
- составления расчетной схемы (табл. 1);
- определения характеристик материалов (табл.2);
- условия эксплуатации и климатические характеристики те же, что и для стены;
- расчет ведется по тем же формулам, что и расчет многослойной стены (1)-(7)
- в формуле приложения 1 $R_0^{тр} = a \cdot ГСОП + b$ следует обратить внимание на коэффициенты a и b, принимаемые для чердачного и надподвального перекрытий;

в формуле (3) значения $\alpha_в$ и $\alpha_н$ следует принимать для чердачного и надподвального перекрытия согласно рекомендациям приложения 3.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №11 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЗДАНИЯ.

Цель: научится рассчитывать тепловые потери здания.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Выполнить расчет теплопотерь помещений, указанных преподавателем.
3. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Тепловую энергию, бесцельно уходящую за пределы здания, называют теплопотерями.

Общие теплопотери здания слагаются из потерь теплоты через наружные стены, пол, потолок, оконные и дверные заполнения, а также из теплоты, расходуемой на подогрев холодного воздуха, поступающего в помещения через притворы окон и дверей.

Приток воздуха через ограждающие конструкции здания называют инфильтрацией.

1. **Теплопотери** от теплопередачи (трансмиссионные) определяются по формуле:

$$Q_{огр.} = k \cdot F_n \cdot n \cdot (t_в - t_н) \cdot (1+\Sigma\beta),\ Вт \qquad (1)$$

где K - коэффициент теплопередачи ограждения, величина, обратная сопротивлению теплопередаче, определяется из теплотехнического расчета по формуле:

$$K = \frac{1}{R_0},\ Вт/(м^2 \cdot °C)$$

F_n – площадь поверхности ограждения, м^2.

Площадь отдельных ограждений определяется с соблюдением следующих правил обмера:

1. Площадь окон (ок), дверей (нд) и фонарей (ф) измеряют по наименьшему строительному проему.

2. Площадь потолка (пт) и пола (пл) измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены (рис. 14). Площадь стен и пола, расположенных на грунте, в том числе на лагах, определяют с условной разбивкой их по зонам.

3. Площадь наружных стен (нс) измеряют (рис. 14):

• в плане — по наружному периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены;

• по высоте — на всех этажах, кроме нижнего: от уровня чистого пола до пола следующего этажа. На последнем этаже верх наружной стены совпадает с верхом покрытия или чердачного перекрытия. На нижнем этаже в зависимости от конструкции пола: а) от внутренней поверхности

пола по грунту; б) от поверхности подготовки под конструкцию пола на лагах; в) от нижней грани перекрытия над неотапливаемым подпольем или подвалом.

4. При определении теплопотерь через внутренние стены их площади обмеряют по внутреннему периметру. Потери теплоты через внутренние ограждения помещений можно не учитывать, если разность температур воздуха в этих помещениях составляет 3 °С и менее.

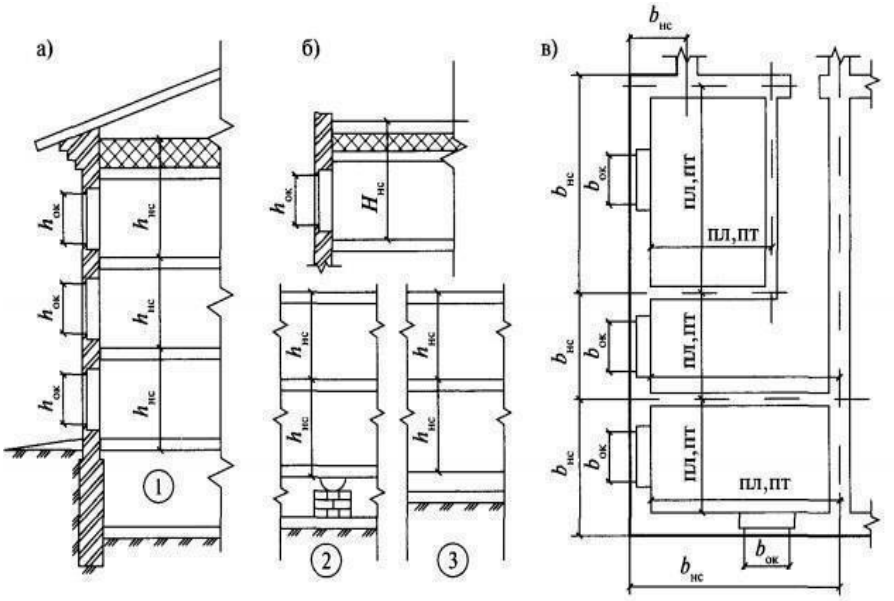


Рис.14. Правила обмера ограждающих конструкций: а – разрез здания с чердачным перекрытием; б – разрез здания с совмещенным покрытием; в – план здания; 1 – пол над подвалом; 2 – пол на лагах; 3 – пол на грунте.

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур, определяется по таблице 6 СНиП23-02-2003 или таблицы приложения 1;

$t_в$- расчетная температура воздуха, °С, в помещении принять согласно таблицы приложения 2;

$t_н$-расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения (принимается согласно теплотехническому расчету);

- добавочные потери тепла на ориентацию по сторонам света

(в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на

- север (С), восток (В), северо-восток (СВ) и северо-западе (СЗ) - 0,1;
- юго-восток (ЮВ) и запад (З) - 0,05;
- в угловых помещениях дополнительно - по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,1-в других случаях).

Теплопотери через наружные ограждения за счет теплопередачи принято отображать в виде таблицы (см. приложение 3).

2. **Потери тепла на нагревание инфильтрационного наружного воздуха** определяется по формуле:

$$Q_{инф} = 0{,}28 \cdot G \cdot c \cdot (t_в - t_н) \cdot \beta,\ Вт \qquad (2)$$

где:

G – количество инфильтрационного воздуха кг/ч,

$G = \rho_{пл.н.в} \cdot G_1^н \cdot F_{пом}$, где $G_1^н$ = 3 кг/м²·ч – нормативная воздухопроницаемость, а $\rho_{пл.н.в}$ – плотность наружного воздуха, зависит от температуры наружного воздуха и определяется по формуле $\rho_{пл.н.в} = \frac{}{353}$, кг/ м³.

c – 1, 006 кдж/ кг·°С – теплоемкость наружного воздуха;

$F_{пом}$ – площадь окон в помещении, м²

$(t_в - t_н)$ - расчетная температура воздуха, °С, в помещении принять согласно таблицы приложения 2 и расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения (принимается согласно теплотехническому расчету);

β - 0,7 -для окон с тройными переплетами; 0,8 – для окон и балконов с двойными раздельными переплетами; 1- для окон с одинарными спаренными переплетами.

3. **Бытовые теплопотери.**

Рассчитываются по формуле $Q_{быт} = q_в \cdot F_{пола},\ Вт$ (3)

где $q_в$ — удельные бытовые тепловыделения, Вт/м². Тепловой поток, поступающий в жилые комнаты и кухни жилых домов, при расчете тепловой мощности системы отопления следует принимать не менее $q_в$ = 10 Вт на 1 м² пола; $F_{пола}$ — площадь комнаты или кухни, м²;

Таким образом, расчетные теплопотери помещений жилого здания определяются по следующей формуле:

$$Q_{расч} = Q_{огр} + Q_{инф} — Q_{быт},\ Вт.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендации по применению:

- параметры температуры и влажности для теплорасчета принимают по наименьшим оптимальным значениям

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий (по ГОСТ 30494-2011)

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20—22	18—24 (20—24)	19—20	17—23 (19—23)	45—30	60	0,15	0,2
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21—23	20—24 (22-24)	20—22	19—23 (21—23)	45—30	60	0,15	0,2
	Кухня	19—21	18—26	18—20	17—25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Туалет	19—21	18—26	18—20	17—25	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24—26	18—26	23—27	17—26	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20—22	18—24	19—21	17—23	45—30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18—20	16—22	17—19	15—21	45—30	60	Не нормируется	Не нормируется
	Вестибюль, лестничная клетка	16—18	14—20	15—17	13—19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
	Кладовые	16—18	12—22	15—17	11—21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	Жилая комната	22—25	20—28	22—24	18—27	60—30	65	0,2	0,3

Примечание — Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Помещение		**Ограждения**						Коэффициент *n*	**Добавки, %**		Коэффициент добавок *(1+Σβ)*	**Общие теплопотери, Вт**
№ помещения	Назначение, температура воздуха $t_в$, °С	Наименование	Ориентация	Размер, м × м	Площадь, м²	Коэффициент теплопередачи, *K*	Расчетная разница Температур ($t_в - t_н$) Расчетная разница температур		На ориентацию	прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Приведенное сопротивление теплопередаче r_0, коэффициент затенения непрозрачными элементами τ, коэффициент относительного пропускания солнечной радиации k окон, балконных дверей и фонарей (по СП 23-101-2004, прил. Л)

N п.п.	Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
		в деревянных или ПХВ переплетах			в алюминиевых переплетах		
		R_0^r, м^2·°С/Вт	τ	k	R_0^r, м^2·°С/Вт	τ	k
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах	0,40	0,75	0,62	-	0,70	0,62
2	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах	0,55	0,75	0,65	-	0,70	0,65
3	Двойное остекление из обычного стекла в раздельных переплетах	0,44	0,65	0,62	0,34	0,60	0,62
4	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в раздельных переплетах	0,57	0,65	0,60	0,45	0,60	0,60
5	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм:						
	194x194x98	0,31	0,90	0,40 (без переплета)			
	2544x244x98	0,33	0,90	0,45 (без переплета)			
6	Профильное стекло коробчатого сечения	0,31	0,90	0,50 (без переплета)			
7	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	0,90	0,9	-	0,90	0,90
8	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	0,90	0,83	-	0,90	0,83
9	Тройное остекление из обычного стекла в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,50	0,70	0,46	0,50	0,70

	покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	0,60	0,56	-	0,58	0,56
15	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	0,70	0,59	-	0,70	0,59
16	Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах	0,75	0,60	0,54	-	0,60	0,54
17	Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах	0,80	0,50	0,59	-	0,50	0,59

Примечания

1 Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

2 К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым (К-стекло) - 0,15 и более.

3 Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

4 Значения для окон со стеклопакетами приведены:

- для деревянных окон при ширине переплета 78 мм;

- для конструкций окон в ПВХ переплетах шириной 60 мм с тремя воздушными камерами.

При применении ПВХ переплетов шириной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на 0,03 $м^2 \cdot °С/Вт$;

- для алюминиевых окон значения приведены для переплетов с термическими вставками.

Общее термическое сопротивление наружного ограждения (стены) использовать из выполненного практического задания №8.

Пример выполнения:

Требуется рассчитать теплопотери через ограждающие конструкции 5-ти этажного жилого здания в г. Кургане для угловой комнаты (05) и кухни (06) (в примере выполнен расчет только для двух помещений).

Исходные данные:

*(*исходными данными для данной работы считаются данные, полученные при выполнении практического задания №8)**.**

- Фрагмент плана типового этажа и разрез здания.

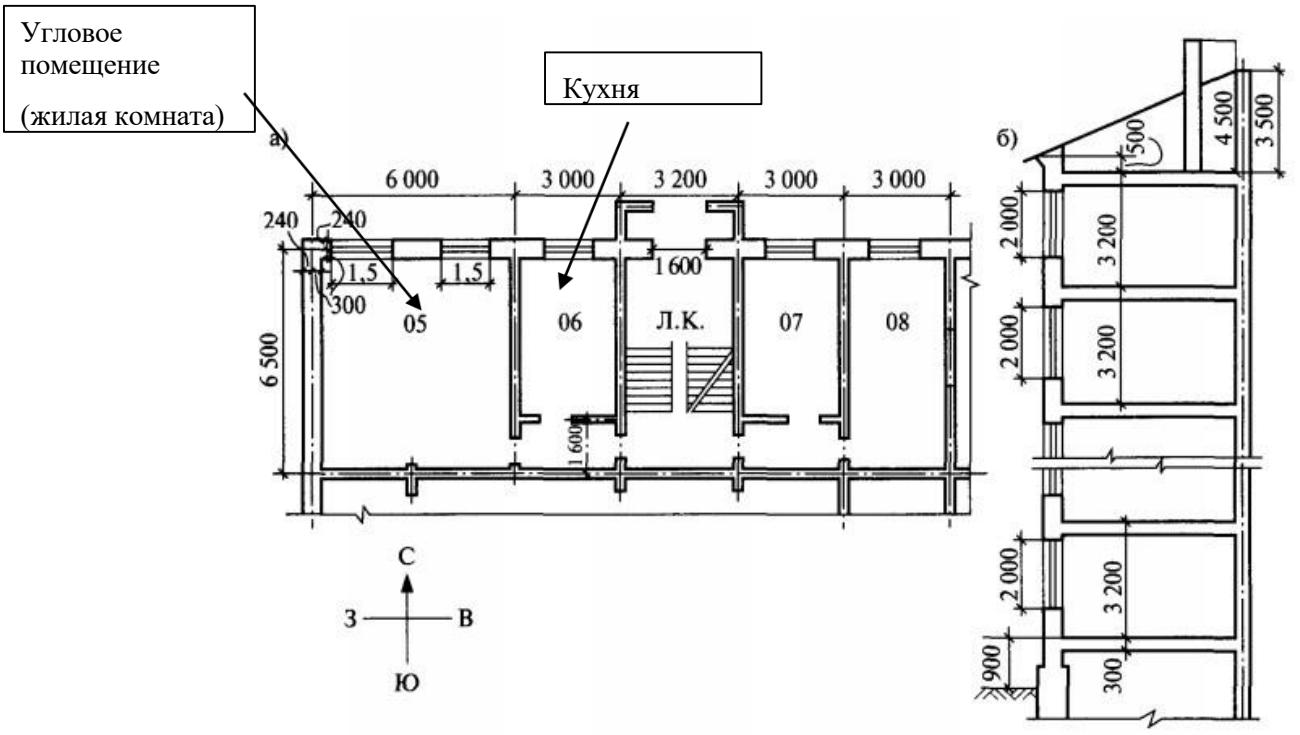


Рис.15. План и разрез здания: а – фрагмент плана этажа; б – разрез 1-1.

Для расчета приняты помещения на промежуточном этаже (например,второй этаж).

- Расчетная наружная температура наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92) $t_{н^5}$ = - 36 °С, согласно данным теплотехнического расчета (*см. практическое задание №8*).

- Расчетная температура внутреннего воздуха $t_в$ = 21°С согласно данным теплотехнического расчета. В угловых жилых помещениях квартир (кухня не входит) расчетная температура воздуха должна быть на 2° выше, следовательно, для жилой комнаты номер 05 (см. план) $t_в$ = 23 °С.

- Общее термическое сопротивление ограждения (стены) согласно теплотехнического расчета R_0 == **3,77** м²°С/Вт.

Последовательность расчета:

1. Так как помещения находятся на втором этаже здания, то ограждения, через которые будет происходить потеря теплоты — это наружная стена и окно. Примем остекление окна тройное (в зависимости от города).

Тогда коэффициент теплопередачи:

- для наружной стены $K = \frac{1}{3,77}$ = ***0, 265 Вт/(м2 · °С)***

- для окна с тройным остеклением $K = \frac{}{1}$ = ***1,43 Вт/(м2 · °С)*** Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче окон, витражей, зенитных и других световых фонарей, балконных и наружных дверей принимается на основании результатов сертификационных испытаний. При их отсутствии приведенное сопротивление можно

принимать по приложению 4. Для окон и балконных дверей записывается разность коэффициентов теплопередачи для окон и наружных стен: ***$K_{то}$-$K_{нс}$ = 1,428 – 0,265 = 1,163 Вт/(м2 · °С)***

2. Определим ориентацию ограждений

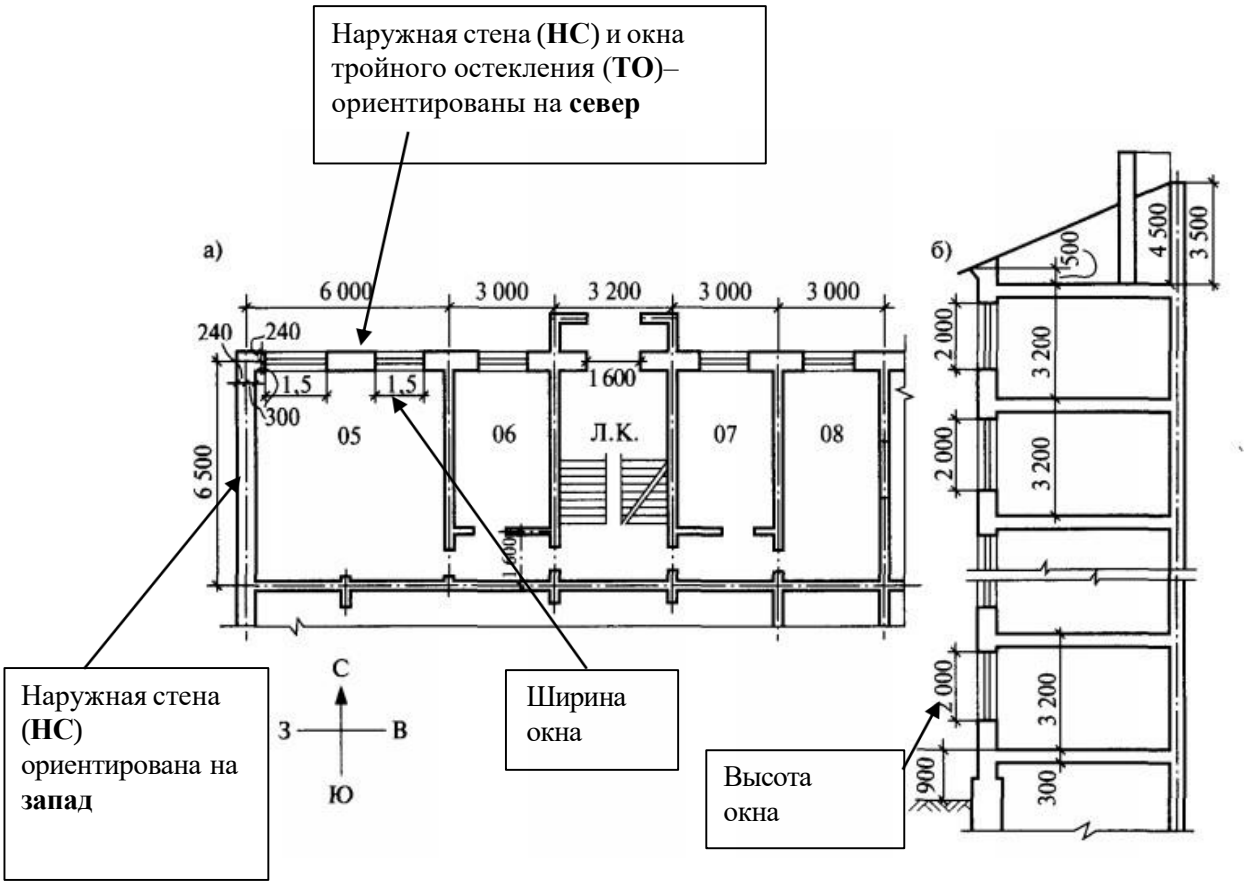


Рис.16 План и разрез здания: а – фрагмент плана этажа; б – разрез 1-1.

3. Размеры стен и окон смотри план и разрез:

- размеры стен согласна план 6, 24х3,2 м (стена на север) и 6,74х3,2 м (стена на запад);

- размеры окон 1,5х2,0 м.

4. Заполнить таблицу: внести имеющиеся данные и рассчитать общие теплопотери помещений.

Помещение		**Ограждения**						Коэффициент *n*	**Добавки, %**		Коэффициент добавок *(1+Σβ)*	**Общие теплопотери, Вт**
№ помещения	Назначение, температура воздуха $t_в$, °С	Наименование	Ориентация	Размер, м ×м	Площадь, м²	Коэффициент теплопередачи, *K*	Рассчетная разница Температур $(t_в - t_н)$ Расчетная разница температур		На ориентацию	прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
05	Жилая комната, 23°С	НС	С	6,24х3,2	20,0	0,265	59	1	0,1	0,05	1,15	359,61
		НС	З	6,74х3,2	21,57	0,265	59	1	0,05	0,05	1,1	370,91
		ТО	С	1,5х2,0	3,0	1,163	59	1	0,1	0,05	1,15	236,73
		ТО	С	1,5х2,0	3,0	1,163	59	1	0,1	0,05	1,15	236,73
										ИТОГО: 1204,4		
06	Кухня, 19°С	НС	С	3,0х3,2	9,6	0,265	55	1	0,1	-	1,1	153,91
		ТО	С	1,5х2,0	3,0	1,163	55	1	0,1	-	1,1	211,08
										ИТОГО: 364,99		

5. Определить потери тепла на нагревание инфильтрационного наружного воздуха:

   - для помещения 05:

   $Q_{инф} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_в - t_н) \cdot \beta = 0,28 \cdot 26,82 \cdot 1,006 \cdot 59 \cdot 0,7 = 312,0$ **Вт**

   $G = \rho_{пл.н.в} \cdot G_1^н \cdot F_{пом} = 1,49 \cdot 3 \cdot 6 = 26,82$

   $\rho_{пл.н.в} = \frac{353}{273-36} = 1,49$ кг/ м³.

   - для помещения 06:

   $Q_{инф} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_в - t_н) \cdot \beta = 0,28 \cdot 13,41 \cdot 1,006 \cdot 59 \cdot 0,7 = 156,0$ **Вт**

   $G = \rho_{пл.н.в} \cdot G_1^н \cdot F_{пом} = 1,49 \cdot 3 \cdot 3 = 13,41$

   $\rho_{пл.н.в} = \frac{353}{273-36} = 1,49$ кг/ м³.

6. Определить бытовые теплопотери:

   $Q_{быт(05)} = q_в \cdot F_{пола} = 10 \cdot 35,34 = 353,4$ **Вт**

   $Q_{быт(06)} = q_в \cdot F_{пола} = 10 \cdot 12,3 = 123,0$ **Вт**

   $F_{пола}$ — площадь пола жилой комнаты (05) - согласно правилам определения размеров для расчета – **5,7х6,2 = 35,34 м²;**

   $F_{пола}$ — площадь пола кухни (06) - согласно правилам определения размеров для расчета – **4,1х3,0 = 12,3 м²;**

7. Определить расчетные теплопотери помещений жилого здания:

   $Q_{расч(05)} = 1204,04 + 312,0 - 353,4 = 1162,64$ **Вт**

   $Q_{расч(06)} = 364,99 + 156,0 - 123,0 = 397,99$ **Вт**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №12 РАСЧЁТ ПЛОЩАДИ И ЧИСЛА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.

Цель: определить поверхность нагрева нагревательных приборов, расчет количества секций нагревательных приборов.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Принять общие теплопотери в каждом помещении здания из выполненного практического задания №15.
3. Тип нагревательных приборов (М 140-АО).
4. Параметры теплоносителя (для четных вариантов принять 95С^0 и 70С^0, для нечетных - 105С^0 и 70С^0).
5. Тип системы отопления – закрытая.
6. Температура воздуха в помещении (согласно принятой в теплотехническом расчете).
7. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Данную работу рекомендуется выполнять в виде таблицы следующего содержания:

Таблица 12.Определение поверхности нагрева и количества секций в приборах системы отопления

№ помещения	Общие теплопотери в помещении, Вт	Тип нагревательного прибора	$t_{ср}=\frac{t_г+t_о}{2}$	$t_{ср}-t_в$	q, $\frac{Вт}{экм}$	β_1	β_2	Поверхность нагрева приборов	f_c, экм	N_1, секц	β_3	N, секц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
05 $t_в=23^0$	***1204,04***	М 140-АО	82,5	59,5	463	1,03	1,05	2,81	0,35	8,04	1,0	8

Графа 1 – номер помещения в здании и внутренняя температура воздуха в помещении - принять из расчета теплопотерь.

Графа 2 – общие теплопотери помещения, Вт, значения берутся из расчета теплопотерь.

Графа 3 – тип нагревательного прибора.

Графа 4 – средняя температура теплоносителя в приборе, С^0, находится как среднеарифметическое значение температуры горячей воды в подаче и температуры в обратном трубопроводе.

Графа 5 – разница средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении, C^0.

Графа 6 - теплопередача 1 экм прибора, Вт/экм, зависит от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении и определяется по таблице 2:

Таблица 13 . Зависимость теплопередачи 1 экм прибора от разницы средней температуры теплоносителя в приборе и воздуха в помещении

$t_{ср}$-$t_в$, C^0	60	64,5	70	80	90	100
q, Вт	463	506	557	650	740	835

Графа 7 - β_1 –коэффициент, учитывающий остывание воды в трубах в зависимости от вида системы принимается по приложению 1

Графа 8 - β_2 – коэффициент, учитывающий способ установки нагревательного прибора принимается по приложению 2;

Графа 9 – поверхность нагрева прибора, определяется по формуле:

$$F_{пр} = \frac{Q}{q} \times \beta_1 \times \beta_2$$

Где Q – теплопотери помещения, Вт;

q – теплопередача 1 экм прибора, Вт (таблица 2) данного расчета.

Графа 10 – поверхность 1 секции прибора, экм принять по приложению 2 табл.2

Графа 11 - количество секций в приборе определяется по формуле:

$$N_1 = \frac{F_{пр}}{f_c}$$

Графа 12 - β_3 - коэффициент, учитывающий число секций в приборе принимается по приложению 3.

Графа 13 – количество секций в приборе с учетом коэффициента β_3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Рекомендации:

- для расчета принять двухтрубную систему с нижней разводкой;

- количество этажей в здании – согласно заданию;

- рассчитываемый этаж принять 2.

Таблица 1. Коэффициент β_1, учитывающий остывание воды в трубах систем водяного отопления с насосной циркуляцией

Число этажей в здании	Рассчитываемый этаж при скрытой прокладке трубопроводов						Рассчитываемый этаж при открытой прокладке трубопроводов					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Однотрубные системы с верхней разводкой												
2	1,04	-	-	-	-	-	1,03	-	-	-	-	-
3	1,05	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-	-	-
4	1,05	1,04	-	-	-	-	1,04	1,03	-	-	-	-
5	1,05	1,04	-	-	-	-	1,04	1,03	-	-	-	-
6	1,06	1,05	1,04	-	-	-	1,05	1,04	1,03	-	-	-
Двухтрубные системы с верхней разводкой												
2	1,05	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-	-	-
3	1,05	1,04	-	-	-	-	1,05	1,03	-	-	-	-
Двухтрубные системы с нижней разводкой												
2	-	1,03	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-	-
3	-	-	1,03	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-
4	-	-	1,03	1,05	-	-	-	-	1,05	1,1	-	-
5	-	-	1,03	1,03	1,05	-	-	-	1,05	1,05	1,1	-
6	-	-	-	1,03	1,03	1,05	-	-	-	1,05	1,05	1,1,

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1.Значение коэффициента β_2, учитывающего способ установки отопительных приборов

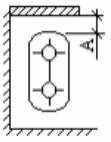
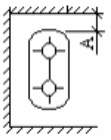
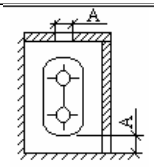
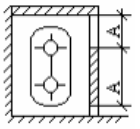
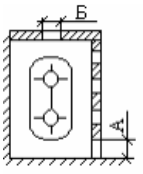
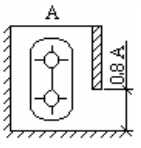
Эскиз установки	Способ установки приборов	А	β_4
	У стены без ниши, перекрыт доской в виде полки	40 80 100	1,05 1,03 1.02
	В стенной нише	40 80 100	1,11 1,07 1.06
	У стены без ниши, закрыт деревянным шкафом со щелями в его передней стене, у пола и в верхней доске	260 220 180 150	1,12 1,13 1.19 1,25
	То же, но щель вырезана не в верхней части шкафа, а в верхней части передней доски	Щель открыта 130 Щель с сеткой	1,2 1,4
	Без ниши, закрыт шкафом, в верхней доске шкафа прорезана щель Б, ширина которой	100	1,15
	вянной решеткой , не доходящей до пола на расстояние А(не менее 100 мм)		
	У стены без ниши, закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние 0,8 А		0.9

Таблица 2. Основные технические данные некоторых отопительных приборов

(c) SanitaryWork.ru

Показатели	М-140	М-140-АО	М-140-АО-300	М-90	РД-90
Глубина, мм		140		90	
Ширина одной секции, мм		96		96	
Число колонок, шт.		2		2	
Поверхность нагрева одной секции:					
м²	0,254	0,299	0,17	0,2	0,203
экм	0,31	0,35	0,217	0,261	0,275
Вместимость, л, на 1 экм	4,6	4,07	5	4,36	4,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1. Коэффициент β_3 в зависимости от числа секций радиатора

Число секций	β_3	Число секций	β_3	Число секций	β_3
2	0,96	6	0,99	10-11	1,01
3	0,96	7	1,000	12-14	1,01
4	0,97	8	1,00	15-16	1,02
5	0,98	9	1,00	19-25	1,03

Пример выполнения:

Пример расчета ***q*** , если значение не совпадает с табличным:

Например, $t_{ср}$-$t_в$ = 72,5 ^{0}C

70^0 – 557 Вт

80^0 – 650 Вт

10^0 – 93 Вт =>1^0 – 9,3 Вт, тогда $q^{72,5} = q^{70} + 2,5\times q^1$ = 557+2×9,3 = 580,25 Вт

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №13 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ.ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО КАНАЛА.

Цель: подбор геометрических размеров вентиляционных каналов, обеспечивающих действительное гидравлическое сопротивление вентиляционной сети, не больше, чем располагаемое естественное давление.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература, калькулятор.

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Принять тип вентиляционных каналов (внутристенные или приставные блоки) в соответствии с заданным планом этажа.
3. Вычертить план этажа в М 1:100, на котором нанести вентиляционные каналы.
4. Выполнить развертку вентиляционных каналов в М 1:100 в соответствии с рис.19;
5. Выполнить расчет сечений вентиляционных каналов по данным рекомендациям.
6. Оформить отчет и сдать на проверку.
7. Варианты задания – план здания принять по практическому заданию № 10, остальные данные см. таблицу ниже.

№ п\п	Кол-во этажей в здании	Высота этажа, м	Толщина стен, м
1	3	2,7	наружные – 0,51; внутренние несущие-0,38; перегородки – 0,12
2	4	2,8	
3	3	2,6	
4	4	3,0	
5	3	2,8	
6	4	2,7	
7	3	2,6	
8	4	2,8	
9	3	3,0	
10	4	2,6	
11	3	2,8	
12	4	2,7	
13	3	2,8	
14	4	3,0	
15	3	2,6	

16	4	2,7	
17	3	2,8	
18	4	3,0	
19	3	2,6	
20	4	2,6	
21	3	2,7	
22	4	2,8	
23	3	2,6	
24	4	3,0	
25	3	2,8	
26	4	2,7	
27	3	2,6	
28	4	3,0	
29	3	2,8	
30	4	2,7	

Пояснения к работе:

1. Тип вентиляционных каналов жилого дома.

Одна система вентиляции может обслуживать только одноименные или близкие по назначению помещения. Не допускается присоединять вытяжные системы санитарных узлов к системам вентиляции кухонь. Минимально допустимый размер вентиляционных каналов в кирпичных стенах ½×½ кирпича. Толщина стенок канала принимается не менее ½ кирпича. Для внутренних кирпичных стен, размеры встроенных каналов принимают 140×140 мм (½×½ кирпича), 140×270 мм (½×1 кирпич), 270×270 мм (1×1 кирпич), 270×400 мм (1×1½ кирпича)и т. д. Устройство каналов в наружных стенах не допускается. Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздуховоды из блоков или плит. Размеры приставных каналов принимают 100×150, 150×220, 150×320, 220×250, 220×350 мм. Приставные воздуховоды устраивают, как правило, у внутренних строительных конструкций. Если они по какой-либо причине размещаются у наружной стены, то между стеной и воздуховодом оставляют зазор не менее 50 мм или делают утепление. У вытяжных решеток помещений указывается количество воздуха, удаляемого по каналу.

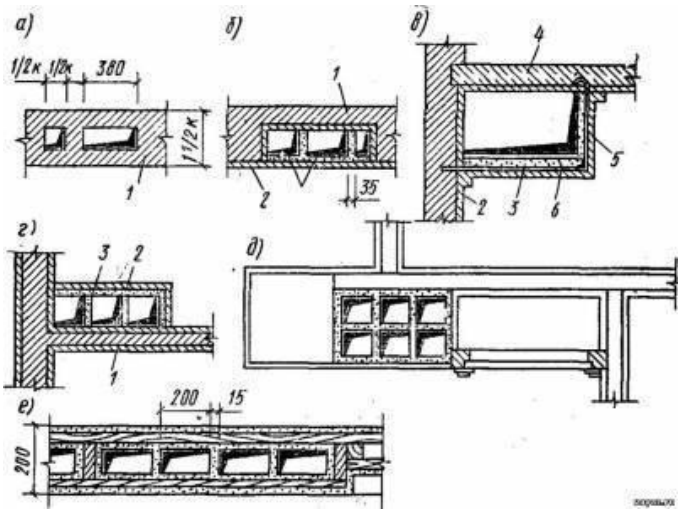


Рис.17Схема устройства вентиляционных каналов:
а – в кирпичных стенах; *б* – в бороздах стены, заделываемых плитами;*в* – с воздушной прослойкой у наружной стены; *г* – у внутренней стены;*1*– наружная стена; *2* – воздушная прослойка; *3* – внутренняя стена;*4* – штукатурка

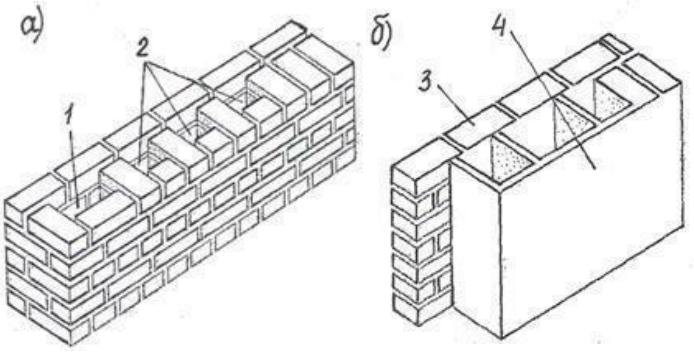


Рис.18 Виды каналов: а) внутристенные; б) сборные

При определении расчетного воздухообмена для заданного помещения (кухни) $V_{кух}$, м³/ч, исходя из того, что количество воздуха, необходимого для вентиляции квартиры жилого дома составляет 3 м³/ч на 1 м² жилой площади, и что часть воздуха удаляется из квартиры через вентиляционные каналы туалета, ванной комнаты:

$$V_{кух} = 3 \cdot \Sigma F_{ж.к} - 50,$$

где $\Sigma F_{ж.к}$ – суммарная площадь жилых комнат квартиры, м²; 50 м³/ч –суммарный расход воздуха, удаляемого из туалета, ванной комнаты или совмещенного санузла (табл. 14).

Полученное значение $V_{кух}$ необходимо сравнить с минимальным воздухообменом для оборудованной газовой плитой кухни V_{min}, который требуется для компенсации воздуха, расходуемого при сжигании газа (см. табл. 14). За расчетный воздухообмен $V_{расч}$ принимается бóльшая из величин $V_{кух}$ и V_{min}.

Табл.14 Расчетный минимальный воздухообмен в помещениях жилого здания

Назначение помещения	Минимальныйвоздухообмен V_{min}, м³/ч
Жилая комната	3 м³/ч на 1 м² площадипола жилой комнаты
Кухня: в однокомнатной квартире в двухкомнатной квартире в трехкомнатной квартире	 60 75 90
Ванная комната	25

Туалет	25
Совмещенный санузел	50

2. Развертка вентиляционных каналов

Вычертить развертку вентиляционных каналов (рис.3) системы вентиляции с указанием высотных отметок. Принципиальная схема системы вытяжной естественной канальной вентиляции состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов *2* с отверстиями, в которые вставлены жалюзийные решетки *3*, вертикальной вытяжной шахты *1*. Устройство жалюзийных решеток 3 принять на расстоянии 400 мм от низа перекрытия до центра решетки. Над вытяжной шахтой устанавливают зонт или дефлектор. Высота зонта над уровнем конька крыши ≥ 1м.

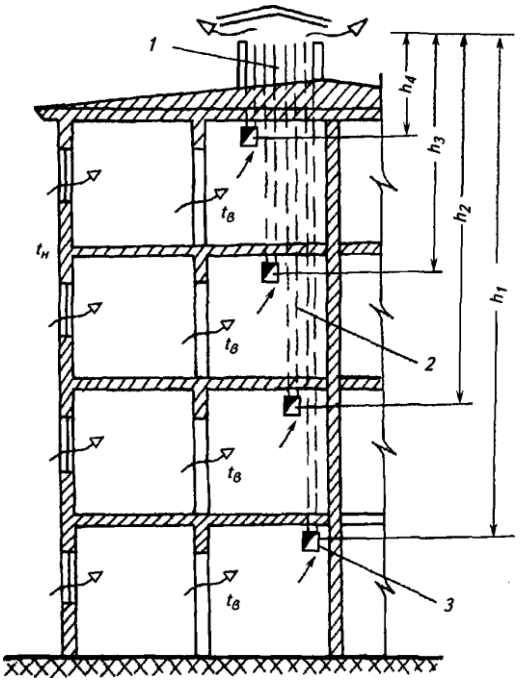


Рис.19 Развертка вентиляционных каналов.

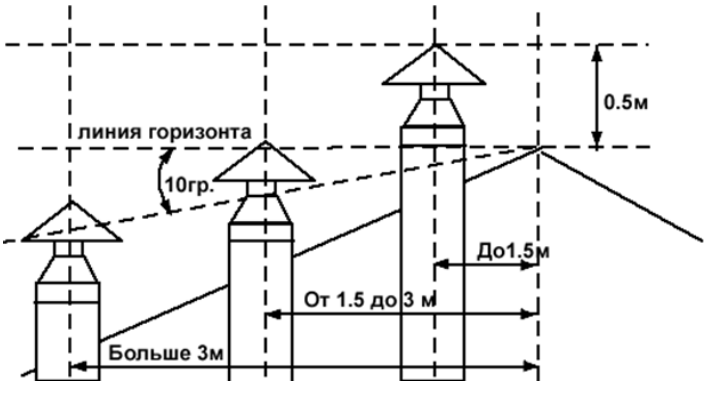


Рис. 20 Правила построения вентиляционной шахты.

3. Расчет сечений вентиляционных каналов жилого дома.

1. Определение расчетного воздухообмена для заданного помещения (кухни)

$V_{кух} = 3 \cdot \Sigma F_{ж.к} - 50$

2. Расчетная внутренняя температура $t_в$=20 °С.

3. По схеме определить расчетные длины каналов как на рис.2 и 3 h_1, h_2,h_3 …(указать на чертеже).

4. Определить плотности наружного и внутреннего воздуха по формуле:

$\rho = 353/(273+t)$, *кг/м³*

Температуру наружного воздуха принять из практической работы №9.

5. Определяем гравитационное давление в ветвях через канал по формуле:

$P_{гр}=h\cdot(\rho_н-\rho_в)\cdot g$, *Па*

где h – высота воздушного столба, м, принимается: а) при наличии в здании только вытяжки – от середины решетки до устья вытяжной шахты; б) при наличии в здании механического притока – от середины высоты помещения до устья вытяжной шахты.

6. По известному расчетному расходу вентиляционного воздуха $V_{расч}$ определяют ориентировочное сечение канала (воздуховода), м², по формуле:

$F=V_{расч}/(3600\cdot\upsilon_\rho)$, *м²*

υ_ρ- предварительная скорость движения воздуха, м/с:

в системах естественной вентиляции:

– для горизонтальных каналов – 0,5–1,0 м/с;

– для вертикальных каналов – 0,5–1,0 м/с;

– для вытяжных шахт – 1,0–1,5 м/с.

7. По таблице 15 находим стандартное сечение кирпичного канала F'.

Табл.15

ТАБЛИЦА 22.7 РАЗМЕРЫ КАНАЛОВ ИЗ КИРПИЧА

Размер		Площадь поперечного сечения, м²	Размер		Площадь поперечного сечения, м²	Размер		Площадь поперечного сечения, м²
в кирпичах	в мм		в кирпичах	в мм		в кирпичах	в мм	
1/2 × 1/2	140 × 140	0,02	$1^{1/2} \times 1^{1/2}$	400 × 400	0,16	2 × 21/2	530 × 650	0,35
1/2 × 1	140 × 270	0,038	$1^{1/2} \times 2$	400 × 530	0,21	2 × 3	530 × 790	0,42
1 × 1	270 × 270	0,073	$1^{1/2} \times 2^{1/2}$	400 × 650	0,26	2 × 4	530 × 1060	0,56
$1 \times 1^{1/2}$	270 × 400	0,111	$1^{1/2} \times 3$	400 × 790	0,32	$2^{1/2} \times 2^{1/2}$	650 × 650	0,43
1 × 2	270 × 530	0,143	2 × 3	530 × 530	0,28	2 1/2 × 3	650 × 790	0,52

8. Определяем фактическую скорость воздуха в канале:

$\upsilon_ф= V_{расч}/(3600\cdot F')$, м/с

9. Коэффициенты местных сопротивлений на участке 1:

- жалюзийная решетка - ξ=3,5;

– два колена под углом 90°ξ= 1,2 ·2 = 2,4;

– тройник на проход ξ= 1

10. Определим потери давления в местных сопротивлениях по формуле:

$Z=\Sigma\xi\cdot((\rho_в\cdot\upsilon_ф^2)/2)$, *Па*

где$\Sigma\xi$– сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховода;

$\rho_в$ – плотность воздуха, кг/м^3.

11. Определить полные потери давления

$$\Delta P_{пот} = R \cdot l \cdot \beta_ш + Z, \ Па$$

где R– удельные потери давления на трение по длине = 0,17 Па/м;

l – длина воздуховода (канала), м;

$\beta_ш$ – коэффициент шероховатости внутренней поверхности воздуховода (канала), определяемый по табл. 16;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

12. Система естественной вытяжной вентиляции будет эффективно работать при условии, что величина гравитационного давления будет больше потерь давления:

$$\Delta P_{гр} \geq \Delta P_{пот}$$

13. Требования к оформлению чертежей.

- На разрезе вентиляционное отверстие показать квадратным сечением 150х150 и проставить размеры, вентиляционные каналы показать штриховой линией.
- Указать отметки центра вентиляционных решеток.
- Указать отметки пола этажей (отметки указываются справа от здания).
- Проставить цепочку размеров.
- После окончательного расчета размеров вентблоков, проставить размеры и привязки вентиляционных отверстий на разрезе.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №14 РАССМОТРЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ АЗОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ И ЗДАНИЙ.

Цель: изучить лекционный материал и зарисовать принципиальную схему.

Необходимые материалы и оборудование: методические указания, справочная литература.

Ход работы:

1. Изучение теоретического материала.
2. Зарисовать условные обозначения системы газопровода.
3. Зарисовать принципиальную схему газотранспортной системы.
4. Зарисовать схему внутренней сети газопровода.
5. Ответить письменно на вопросы:

а) По каким показателям классифицируют газопроводы?

б) Какие применяют системы газоснабжения городов в настоящее время?

в) Назовите факторы, влияющие на выбор системы для города.

г) Для чего используются хранилища газа?

д) Как производится транспортирование газа по магистральным газопроводам?

е) Как определить пропускную способность газопроводов?

ж) Из каких основных элементов состоит современная система газоснабжения?

з) Для чего используют аккумулирующую емкость последнего участка магистрального газопровода?

6. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

Современные системы газоснабжения представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов: газовых сетей низкого, среднего и высокого давлений, газораспределительных станций, газорегуляторных пунктов и установок.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных элементов или участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ.

В летний период, когда подача газа в город превосходит его потребление, излишки газа необходимо направлять в газохранилище с тем, чтобы зимой аккумулированный газ можно было подавать в город. Для хранения газа используют подземные хранилища. В качестве подземных хранилищ используют истощенные нефтяные и газовые месторождения.

Газопроводы классифицируют по давлению газа и назначению.

В зависимости от максимального давления газа газопроводы разделяют на следующие группы:

- газопроводы низкого давления с давлением газа до 5 кПа;
- газопроводы среднего давления с давлением от 5 кПа до 0,3 МПа;
- газопроводы высокого давления второй категории с давлением от 0,3 до0,6 МПа;
- газопроводы высокого давления первой категории для природного газа и газовоздушных смесей от 0,6 до 1,2 МПа;
- для сжиженных газов до 1,6 МПа.

Современные схемы систем газоснабжения имеют иерархичность в построении. Верхний иерархический уровень составляют газопроводы высокого давления. Они должны быть зарезервированными, лишь для небольших систем можно ограничиться тупиковыми схемами. Резервируют сети кольцеванием или дублированием с обязательной проверкой пропускной способности при наиболее напряженных гидравлических режимах.

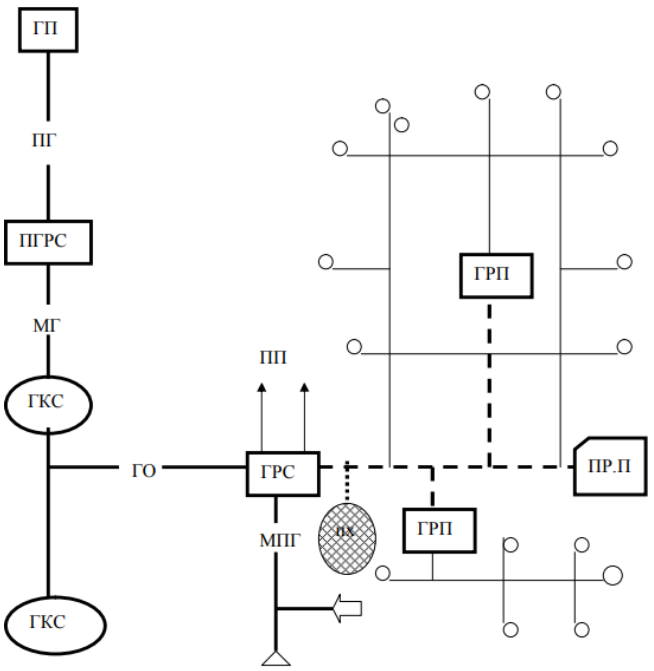


Рис.1. Принципиальная схема газотранспортной системы:
ГП – газовый промысел; ПГ – промысловые газопроводы;
ПГРС – промысловая газораспределительная станция;
МГ – магистральный газопровод; ГКС – газокомпрессорная станция;
МПГ – межпоселковый газопровод; ПП – промежуточный потребитель;
ПР.П. – промышленное предприятие; ГРП – газорегуляторный пункт;
- - - - – газопровод среднего давления; _____ – газопровод низкого давления;
△ – сельский поселок; ПХ – подземное хранилище газа;
○ – коммунально-бытовые потребители, жилые здания

Сеть высокого давления гидравлически соединяется с остальной частью системы через регуляторы давления, оснащенные предохранительными устройствами, предотвращающими повышение давления после регуляторов. Таким образом, система разделяется на несколько иерархических уровней, на каждом уровне автоматически поддерживается максимально

допустимое давление газа. С переходом на более низкий уровень давление газа снижается (дросселируется) на клапанах регуляторов, которые поддерживают давление после себя постоянным, но более сниженным соответственно нормам.

По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения можно разделить на:

1) одноступенчатые, обеспечивают подачу газа потребителям по газопроводам одного давления, как правило, низкого;

2) двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и среднего или среднего и высокого (до 0,6 МПа) давлений;

3) трехступенчатые, включающие в себя газопроводы низкого, среднего и высокого (до 0,6 МПа) давлений;

4) многоступенчатые, в которых газ подается по газопроводам низкого, среднего и высокого давления обеих категорий.

По назначению газопроводы можно разделить на следующие группы:

- распределительные газопроводы, по которым газ транспортируют по снабжаемой территории и подают его промышленным потребителям, коммунальным предприятиям и в районы жилых домов. Они бывают высокого, среднего и низкого давлений, кольцевые и тупиковые, а их конфигурация зависит от характера планировки города или населенного пункта;
- абонентские ответвления, подающие газ от распределительных сетей к отдельным потребителям;
- внутридомовые газопроводы, транспортирующие газ внутри здания и распределяющие его по отдельным газовым приборам;
- межпоселковые газопроводы, прокладываемые вне территории населенных пунктов.

По принципу построения системы газоснабжения делятся на кольцевые, тупиковые и смешанные.

В тупиковых газовых сетях газ поступает потребителю в одном направлении, то есть потребители имеют одностороннее питание, и могут возникнуть затруднения при ремонтных работах.

Недостаток этой схемы – различная величина давлений газа у потребителей. Причем по мере удаления от источника газоснабжения или ГРП давление газа падает. Эти схемы применяют для внутриквартальных и внутридворовых газопроводов.

Надежность кольцевых сетей выше, чем тупиковых. Кольцевые сети представляют систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим давления газа у потребителей и облегчается проведение ремонтных и эксплуатационных работ. Положительным свойством кольцевых сетей является также то, что при выходе из строя какого-либо газорегуляторного пункта нагрузку по снабжению потребителей газом принимают на себя другие ГРП.

Смешанная система состоит из кольцевых газопроводов и присоединяемых к ним тупиковых газопроводов. При изучении вопросов трассировки сетей низкого и высокого (среднего) давления нужно обратить внимание на характер промышленного объекта или застройки города. Застройка может быть старой квартальной или новой микрорайонной, имеющей внутренние проезды, что позволяет убрать сеть низкого давления с уличных проездов. При выборе трассы следует заботиться о надежности и бесперебойности подачи газа к потребителям, а также об удобстве эксплуатации – правильном размещении устройств, отключающих газ.

Таблица 4. Условные обозначения газопровода, применяемые в технической документации.

Обозначение	Наименование
Г0	Общее обозначение газопровода
Г1	Обозначение газопровода низкого давления до 5 кПа (0,05 кгс/см^2)
Г2	Обозначение газопровода среднего давления более 5 кПа (0,05 кгс/см^2) до 0,3 МПа (3 кгс/см^2)
Г3	Газопровод с высоким давлением более 0,3 (3) до 0,6 МПа (6 кгс/см^2)
Г4	Газопровод с высоким давлением более 0,6 (6) до 1,2 МПа (12 кгс/см^2)
Г5	Продувочный газопровод
Г6	Трубопровод на разрежение

Все схемы внутренних газопроводных коммуникаций жилых зданий определяются тем, как именно располагаются приборы в помещениях кухни и санитарно-технических узлах.

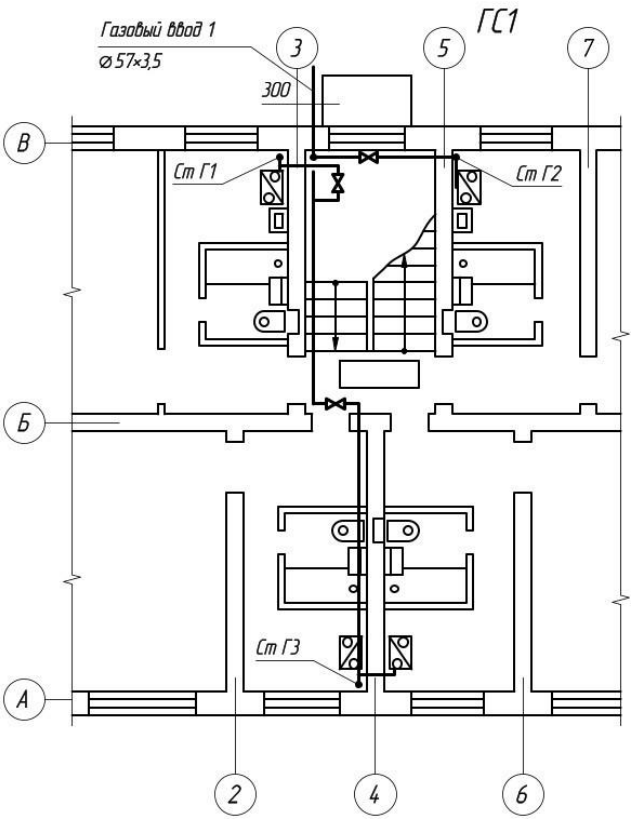


Рис.3. Схема внутренней сети газопровода в жилом здании.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №15 РАСЧЕТ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ.

Цель: Выполнить расчет потребности строительной площадки в электроэнергии- установленной мощности- соответствии с заданными условиями .

Ход работы:

1. Ознакомиться с целью, порядком выполнения работы, теоретической частью.
2. Определить потребность в электроэнергии.
3. Подобрать трансформатор.
4. Определить расход сжатого воздуха для работы трансформатора.
5. Оформить отчет и сдать на проверку.

Пояснения к работе:

На стадии разработки вопросов электроснабжения строительства при проектировании общеплощадочного СГП решают следующие задачи: - определяют ориентировочную потребность в электроэнергии,

- число, мощность трансформаторных подстанций (или др. источников),
- выбирают и обосновывают наиболее рациональные схемы энергетических линий и пункты подключения временных сетей к действующим,
- определяют ориентировочные потребности строительства в оборудовании и кабельной продукции,
- согласуют с соответствующими организациями вопросы снабжения строительства электроэнергией в необходимом количестве и нужных параметрах.

Общая потребность в электроэнергии на строительной площадке складывается из трех составляющих:

- электроэнергия на наружное и внутреннее освещение строительной площадки и объектов - до 10% общей потребности,
- электроэнергия на технологические нужды при пр-ве СМР (электросварка, электроподогрев бетона и грунта, сушка помещений и т.д.) - 20-30% общей потребности,
- электроэнергия для питания электродвигателей - 60-70% общей потребности.

При проектировании временного электроснабжения строительной площадки необходимо: рассчитать электрические нагрузки; определить количество и мощность трансформаторных подстанций

Наиболее точным является способ расчета по мощности, необходимой для обеспечения строительных машин и электросварочных аппаратов (P_C),),выполнения технологических процессов (P_T),освещения наружной стройплощадки (P_{OH})и внутренних помещений (P_{OB}):

$$P_{трансф} = 1{,}1\left(\frac{k_c \sum P_c}{\cos\varphi} + \frac{k_m \sum P_m}{\cos\varphi} + k_o \sum P_{ов} + k_o \sum P_{он}\right)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывавший потери в сети;

K_C, K_T,K_O— коэффициенты спроса, зависящие от количества потребителей, определяемые по таблице 1;

$\cos_\varphi$ — коэффициент мощности, зависящий от количества и загрузки силовых потребителей, определяемые по таблице 1.

Мощность потребителей электроэнергии для строительных машин (P_C)и технологических процессов (P_T)определяется по справочникам и каталогам, устройств внутреннего и наружного освещения (P_{OB}и P_{OH})— по удельным показателям мощности на освещаемую площадь по таблицам 2 и 3.

Таблица 1. Значение коэффициентов спроса и мощности

Группа потребителей электроэнергии	k_C	k_T	k_O	$\cos_\varphi$
Башенные краны и другие машины	0,7	—	—	0,5
Электросварочные агрегаты:				
сварочные трансформаторы	0,3	—	—	0,4
однопостовые генераторы	0,35			0,6
Установки для технологических процессов	—	0,5	—	0,85
Наружное электроосвещение	—	—	1,0	1,0
Внутреннее электроосвещение	—	—	0,8	1,0

Таблица 2. Удельные показатели мощности

Потребитель	Средняя освещенность, лк	Удельная мощность, Вт/м^2
Объекты на территории строительства в зоне производства работ	2	0,4
Объекты в зоне монтажа строительных конструкций и каменной кладки	20	3,0
Устройства освещения помещений при отделочных работах, временных административных и бытовых зданий	50	15
Другие (в среднем)	10	1,0
Внутрипостроечные дороги, проезды	0,2	2,5 кВт/км
Охранное освещение прожекторами	0,1	1,5 кВт/км

Таблица 3.Удельная мощность электроэнергии на освещение помещений

Потребители	Удельная мощность на 1 $м^2$ площади, Вт
Вагон - гардеробная	15
Проходная, используемая для обогрева рабочих	15
Вагон - душевая	3
Туалет (уборная)	3
Вагон – сушилка для спецодежды и обуви	5
Вагон - столовая	15
Медпункт	15
Закрытый склад	15
Прорабская	15
Диспетчерская	15

По определенной суммарной мощности подбирается марка трансформатора по таблице 4 .

Если мощность трансформатора по расчету не соответствует табличному значению, то принимается к установке трансформатор, ближайшие по мощности в сторону увеличения.

Таблица 4. Основные технические характеристики трансформаторов

Номин. мощность, кВт	Тип	Номинальное напряжение, кВ	Группа соединения обмоток	Потери холостого хода P_0, Вт	Потери короткого замыкания $P_к$, Вт	Напряжение короткого замыкания Uk, %	Ток холостого хода I_0, %	Вес полный, кг	Вес масла, кг
25	ТМ-25/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	110	600 690	4,5 4,7	2,2	250	80
40	ТМ-40/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	150	880 1000	4,5 4,7	2,0	310	90
63	ТМ-63/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	210	1280 1470	4,5 4,7	1,8	420	110
100	ТМ-100/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	265	1900 2250	4,5 4,7	1,6	520	170
160	ТМ-160/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	410	2600 2900	4,5 4,7	1,4	720	205
250	ТМ-250/10	6(10)/0,4	У/Ун-0 У/Zн-11	580	3700	4,5 4,7	1,2	1080	335
400	ТМ-400/10	6(10)/0,4	У/Ун-0	820	5500	4,5	1,0	1480	465
630	ТМ-630/10	6(10)/0,4	У/Ун-0	1160	7600	5,5	0,8	2200	540

Расчет потребности в сжатом воздухе, определение необходимой мощности потребной компрессорной установкой

Сжатый воздух на стройплощадке необходим для обеспечения работы аппаратов, в т.ч. отбойных молотков, перфораторов и других целей.

Источниками сжатого воздуха являются стационарные компрессорные станции или передвижные установки. Необходимый расход сжатого воздуха, Q, $м^3$/мин, определяется по формуле:

$$Q = 1{,}1k\sum qn$$

где 1,1 - коэффициент, учитывавший потери воздуха в трубопроводах (от неплотности соединений и охлаждения в зимнее время);

- коэффициент, учитывающий одновременность работы механизмов, принимаемый по таблице 5;

q - расход сжатого воздуха соответствующими механизмами (принимается по справочникам и паспортам машин), определяемый по таблице 6, $м^3$/мин;

n — число машин.

Диаметр разводящего трубопровода сети сжатого воздуха определяется по формуле:

$$D = 3{,}18\sqrt[3]{Q}$$

Таблица 5.Коэффициент одновременной работы механизмов

Число одновременно работающих механизмов	2	3	4	5	6	8	10	15
Значение k	1	0,9	0,85	0,82	0,8	0,75	0,7	0,6

Таблица 6. Расход сжатого воздуха пневматическим инструментом

Наименование инструмента	Расход q, $м^3$/мин
Отбойный молоток	1
Бурильный молоток	1,8÷3

Сети сжатого воздуха от компрессорной станции должны быть только на крупных стройках. Обычно в строительстве потребность в сжатом воздухе удовлетворяется передвижными компрессорами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Принять следующие варианты:

номера по журналу 1, 11, 21 - принимают 1 вариант в таблице

номера по журналу 2, 12, 23 - принимают 2 вариант в таблице

номера по журналу 3,13, 23 - принимают 3 вариант в таблице

и т.д.

Таблица 1. Варианты задания

№ варианта	Потребители электроэнергии	Потребители сжатого воздуха
1	2	3
1	Башенные краны и другие машины ; установки для технологических процессов; освещение объектов на территории строительства в зоне производства работ.	Отбойный молоток-3шт
2	Электросварочные агрегаты: сварочные трансформаторы; установки для технологических процессов; освещение объектов в зоне монтажа строительных конструкций и каменной кладки.	Бурильный молоток-4шт
3	Установки для технологических процессов; однопостовые генераторы; устройства освещения помещений при отделочных работах.	Отбойный молоток, бурильный молоток
4	Башенные краны и другие машины ; установки для технологических процессов; освещение закрытого склада площадью 8 $м^2$.	Отбойный молоток-2шт, бурильный молоток-3шт
5	Электросварочные агрегаты: сварочные трансформаторы; установки для технологических процессов; освещение прорабской площадью 5 $м^2$.	Отбойный молоток-1шт, бурильный молоток-3шт

6	Установки для технологических процессов; однопостовые генераторы; устройства освещения диспетчерской площадью 4,5 $м^2$.	Отбойный молоток-2шт,
7	Башенные краны и другие машины ; установки для технологических процессов; освещение гардеробной площадью 7,2 $м^2$.	Бурильный молоток-3шт
8	Электросварочные агрегаты: сварочные трансформаторы; установки для технологических процессов; освещение душевой площадью 9 $м^2$.	Отбойный молоток-4шт, бурильный молоток-3шт
9	Установки для технологических процессов; однопостовые генераторы; устройства освещения уборной площадью 3 $м^2$.	Отбойный молоток-1шт, бурильный молоток-4шт
10	Установки для технологических процессов; однопостовые генераторы; устройства освещения закрытого склада площадью 15,3$м^2$.	Отбойный молоток-5шт.