

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 25.09.2022 16:36:03

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго–Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)  
Кафедра теплогазоснабжения



## **РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЯ**

Методические указания для практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство» по дисциплине «Инженерное оборудование зданий и сооружений»

Курск 2017

УДК 697.2(07)

Составители: Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков, Н.Е. Семичева

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры  
теплогазоводоснабжения *В.С. Ежов*

**Расчет и конструирование системы обеспечения микроклимата здания:** методические указания для практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство» по дисциплине «Инженерное оборудование зданий и сооружений»/Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков, Н.Е. Семичева. Курск, 2017. 161 с.: ил.20, прилож. 11. Библиогр.: с. 161 .

Содержатся требования, предъявляемые к курсовой работе, состав и содержание разделов расчетно-пояснительной записки.

Излагаются основные теоретические положения теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и составления теплового баланса помещения как исходные данные для проектирования и расчета систем обеспечения микроклимата жилых и общественных зданий, основные подходы, используемые при принятии решений выбора и конструирования современных систем обеспечения микроклимата.

Представлены необходимые теоретические сведения и алгоритмы расчетов систем обеспечения микроклимата, подбора и расчета оборудования, основные подходы к конструированию систем проиллюстрированы конкретными примерами. Включена необходимая справочная и нормативная информация.

Методические указания предназначены для студентов специальности 08.03.01 Строительство всех форм обучения при выполнении курсового и дипломного проектирования и инженерно-технических работников, связанных с проектированием и эксплуатацией соответствующих систем.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×841/16.

Усл. печ. л. Уч. – изд.л. . Тираж 100 экз. Заказ .Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Введение.....	4
1. Задание и состав курсовой работы.....	7
2. Краткие теоретические сведения.....	9
2.1 Выбор расчетных параметров для проектирования систем отопления.....	9
2.2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	100
2.3 Определение мощности системы отопления.....	167
3 Выбор и конструирование .....	244
3.1 Классификация систем отопления.....	244
3.2 Классификация отопительных приборов.....	277
3.3 Теплопроводы и арматура.....	311
3.4 Пример теплотехнического расчета ограждений и определения мощности системы отопления жилого здания .....	55
Библиографический список.....	86
Приложения .....	87

## Введение

**Инженерные системы** предназначены для обеспечения нормальных условий жизнедеятельности в жилых и производственных помещениях, а также в объектах промышленного, транспортного и индивидуального назначения.

К ним относятся:

- системы отопления
- системы вентиляции
- системы кондиционирования
- внутренний водопровод
- внутренняя канализация

**Системы отопления** – это совокупность устройств для компенсации теплопотерь и обеспечения нормируемых температурных условий в помещениях в течении отопительного периода

**Системы вентиляции** – это совокупность устройств, обеспечивающих обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне

**Системы кондиционирования воздуха** – это совокупность устройств, обеспечивающих автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения и качества) с целью обеспечения, как правило, оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей

**Система внутреннего водоснабжения (внутренний водопровод)** - это совокупность устройств, транспортирующих воду к водоразборным устройствам в нужном количестве, необходимого качества и под требуемым напором

**Система внутреннего водоотведения (Внутренняя канализация)** - это система трубопроводов и устройств,

обеспечивающих прием и транспортирование загрязненных стоков, образующихся в процессе хозяйственно-бытовой, санитарно-гигиенической и производственной деятельности человека, внутри и за пределы зданий в наружную сеть канализации.

Современный подход к проектированию систем обеспечения микроклимата направлен на оптимизацию их установочной мощности, с целью снижения затрат тепловой энергии, и основывается на теплотехническом проектировании.

Курсовая работа «Расчет и конструирование системы обеспечения микроклимата здания» разрабатывают с целью систематизации и закрепления студентом теоретических знаний и приобретения им практических приемов расчета и конструирования инженерных систем.

Необходимым условием выполнения курсовой работы является наличие знаний полученных в ходе изучения таких дисциплин как «Основы теплоснабжения и вентиляции», «Основы гидравлики, водоснабжения и водоотведения», «Основы архитектуры и проектирования строительных конструкций», «Строительные материалы, выполнение предшествующих курсовых проектов и работ.

Курсовую работу выполняют в соответствии с действующими нормами на проектирование, монтаж и эксплуатацию систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

Принятые в курсовой работе решения должны соответствовать современному уровню развития инженерных систем, т. е. иметь как следствие:

- снижение металлоемкости системы;
- повышение её гидравлической и тепловой устойчивости;
- возможность автоматического регулирования мощности.

В объеме курсового проектирования должны быть разработаны мероприятия по энергосбережению (в соответствии с Федеральным Законом «Об энергосбережении»).

Студент обязан самостоятельно решить основные вопросы выбора, конструирования и расчета инженерной системы. Решение согласовывается с руководителем курсовой работы.

Руководитель утверждает правильные решения и отклоняет неверные, проверяет расчеты, указывает на допущенные ошибки, дает советы по их устранению.

Часть расчетов (объем и содержание оговаривается руководителем проекта) выполняется с помощью вычислительной техники по программам, разработанным на кафедре ТГВ.

Законченная работа подписывается руководителем и передается на рассмотрение комиссии кафедры, которая после защиты студентом основных положений проекта определяет качество и дает оценку работе.

## 1. Задание и состав курсовой работы

Исходным материалом для проектирования являются строительные чертежи здания и задание (см. приложение 1 ), в котором содержатся следующие данные:

Указываются все условия, положенные в основу проектирования:

а) характеристика объекта строительства:

- название объекта;
- район строительства;
- этажность;
- размеры и конструктивные особенности объекта проектирования (наличие чердака, подвала или технических помещений и т.п.)

б) климатологические данные района строительства (параметры Б и коэффициент обеспеченности 0,92) /2/

- средняя температура наиболее холодных суток –  $t_{х.с.}, ^\circ\text{C}$ ;
- средняя температура наиболее холодной пятидневки –  $t_{н}, ^\circ\text{C}$ ;
- средняя температура отопительного периода –  $t_{ср. от}, ^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода –  $Z$ , суток;
- расчетная скорость ветра (среднюю скорость ветра за январь –  $V$ , м/с);
- зона влажности по климатической карте /3/.

в) расчетные параметры внутреннего воздуха.

- определяют значения температур внутреннего воздуха для всех отапливаемых помещений проектируемого здания, согласно /4/.

Полученные данные сносят в таблицу.

Таблица 1.1 - Расчетные параметры внутреннего воздуха

Наименование отапливаемого помещения	Расчетная температура $t_{в}, ^\circ\text{C}$ ;
--------------------------------------	---

Курсовая работа включает расчетно-пояснительную записку объемом около 30 страниц формата А4 (297 × 210) в состав которой входит графическую часть.

Графическая часть содержит:

- планы здания с нанесением элементов системы обеспечения микроклимата (М 1:100);
- аксонометрическую схему системы обеспечения микроклимата.

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие обязательные разделы:

Введение

1. Исходные данные для проектирования
  2. Расчет ограждающих конструкций.
  3. Определение тепловой мощности системы обеспечения микроклимата
  4. Выбор и обоснование решения системы обеспечения микроклимата
  6. Мероприятия по энергосбережению
- Заключение



## 2. Краткие теоретические сведения

### 2.1 Выбор расчетных параметров для проектирования систем отопления

Согласно /1/, заданные параметры микроклимата в помещениях жилых, общественных и административно-бытовых зданий следует обеспечивать в пределах **расчетных параметров наружного воздуха** для соответствующих районов строительства.

При проектировании систем отопления в качестве расчетных принимают параметры Б по /2/ (табл.П4.1.), а именно:

- средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 -  $t_{н}, ^\circ\text{C}$ ;
- средняя температура отопительного периода-  $t_{\text{ср. от}}, ^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода-  $Z$ , суток;
- среднюю скорость ветра за январь -  $V$ , м/с.

Среднюю температуру наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода принимают для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8 ^\circ\text{C}$ , а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов- интернатов для престарелых не более  $10 ^\circ\text{C}$ .

**Расчетные параметры внутреннего воздуха** для отопительного периода для всех отапливаемых помещений проектируемого здания (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами) следует принимать /1/(приложение П5):

- в обслуживаемой зоне жилых помещений температуру воздуха - минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях /3/;
- в обслуживаемой зоне жилых зданий (кроме жилых помещений), а также общественных и административно-бытовых зданий - минимальную из допустимых температур .

Параметры микроклимата или один из параметров допускается принимать в пределах оптимальных норм , вместо допустимых,

если это экономически обосновано, или по заданию на проектирование.

## 2.2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплопотери помещения, компенсируемые системой отопления, определяются в первую очередь теплотехническими свойствами ограждающих конструкций.

Для обеспечения в отапливаемом помещении условий теплового комфорта и оптимизации мощности системы отопления, ограждающие конструкции должны иметь термическое сопротивление и сопротивление воздухопроницанию не менее значений, нормируемых /4/. Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование) по условиям невыпадения конденсата.

Расчет ограждающих конструкций выполняется в следующей последовательности:

- определяют требуемые сопротивления теплопередаче  $R_o^{TP}$ ,  $m^2 \cdot C / Wt$  и воздухопроницанию  $R_{и}^{TP}$ ,  $m^2 \cdot ч \cdot Pa^n / кг$ ;
- осуществляют выбор конструкции ограждения;
- производят теплозащиту ограждения;
- определяют фактические теплотехнические характеристики.

Значения требуемых **приведенных сопротивлений теплопередаче** ограждающих конструкций  $R^{TP}$  принимают в зависимости от величины градусосуток отопительного периода (ГСОП) (табл.Пб.1.).

Величину градусо-суток, в течение отопительного периода следует вычислять по формуле

$$ГСОП = (t_B - t_{cp.om.}) \cdot z, \quad (2.1)$$

Расчетная температура внутреннего воздуха здания  $t_B$ , °С, при расчете ограждающих конструкций групп зданий, указанных в

таблице П5.1., принимается : по поз. 1 - по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22 °С); по поз. 2 - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 °С).

Промежуточные значения  $R^{TP}$  следует определять интерполяцией.

В случаях, когда средняя наружная или внутренняя температура для отдельных помещений отличается от принятых в расчете ГСОП, базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций умножаются на коэффициент  $n$ , который рассчитывается по формуле

$$n = (t_{в}^* - t_{н}^*) / (t_{в} - t_{н}), (2.2)$$

Если температура воздуха двух соседних помещений отличается больше, чем на 8 °С, то минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, разделяющих эти помещения (кроме светопрозрачных), следует определять по формуле

$$R^{mp} = \frac{n \cdot (t_{в} - t_{н})}{\Delta t_{н} \cdot \alpha_{в}} (2.3)$$

где  $t_{н}$  - расчетная температура воздуха в более холодном помещении;

$\alpha_{в}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (табл.П7.1.);

$\Delta t_{н}$  - нормативный температурный перепад между температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции (табл.П5.2.);

$n = 1$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл.П7.3.).

Требуемое сопротивление теплопередаче входных дверей (кроме балконных) должно быть не менее  $0,6R^{TP}$  стен зданий и сооружений, рассчитанного по (2.3.) .

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

Расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, техническом подполье, остекленной лоджии или балконе при проектировании допускается принимать на основе расчета теплового баланса.

**Сопротивление воздухопроницанию** окон и балконных дверей жилых и общественных зданий  $R_{и}$ , должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $R_{и}^{тр}$ ,  $\frac{м^2 \cdot ч \cdot Па}{кг}$ , /4/, определяемого по формуле

$$R_{и} \geq R_{и}^{тр} = \frac{1}{G_{н}} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (2.4)$$

где  $\Delta p$  - разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая по формуле (1.7);

$\Delta p_0 = 10$  Па - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию конструкций выбранного типа  $R_{и}$ ;

$G_{н}$  - нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций,  $кг/м^2 \cdot ч$  (табл.П8.4.).

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_{н} - \gamma_{в}) + 0,03 \cdot \gamma_{н} \cdot v^2 \quad (2.5)$$

где  $H$  - высота здания от пола первого этажа до устья вентиляционной шахты, м;

$\gamma_{н}$ ,  $\gamma_{в}$  - удельный вес воздуха соответственно при температуре  $t_{н}$  и  $t_{в}$ ,  $Н/м^3$ , определяемый по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \quad (2.6)$$

$t$  - температура воздуха: внутреннего (для определения  $\gamma_{в}$ ) - принимается согласно оптимальным параметрам по /3/; наружного (для определения  $\gamma_{н}$ ) - принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

$v$  - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь.

Исходя из условий  $R^k \geq R^{тр}$  определяют необходимую толщину изоляционного слоя ограждающей конструкции по формуле:

$$\delta_{из} = \left[ R^{мп} \frac{1}{r} + \left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e} + R_{вн} \right) \right] \lambda_{из}, \quad (2.7)$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт (табл.П5.5.);

$R_{в.п.}$  - сопротивление замкнутой воздушной прослойки, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ )/Вт (табл.П6.6.).

$r$  - коэффициент теплотехнической однородности ограждающих конструкций;

$\delta_i, \delta_{из}$  - толщина соответственно конструктивных слоев ограждения и т/и слоя, м;

$\lambda_i, \lambda_{из}$  - коэффициенты теплопроводности соответственно конструктивных слоев ограждения и т/и слоя, определяются по /4/(табл.П6.1.), Вт/( $\text{м} \cdot \text{°C}$ ) (для соответствующих условий эксплуатации).

Условия эксплуатации ограждающих конструкций следует устанавливать в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности следующим образом:

- определяют зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно /3/ (прилож.9); при этом в случае попадания населенного пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону;

- определяют влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый) в зависимости от расчетной относительной влажности и температуры внутреннего воздуха (табл.П9.1);

- устанавливают условия эксплуатации ограждающих конструкций (А, Б) в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности (табл.П10.2).

В качестве материала утепления необходимо принимать эффективный т/и материал, т.е.  $\lambda_{из} \leq 0,052 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$ .

При определении термического сопротивления конструктивных слоев ограждения, слои, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждения не учитываются.

Величина коэффициента теплотехнической однородности для различных ограждений в зависимости от их конструкции колеблется в пределах 0,65-0,98.

Найденное значение требуемой толщины утеплителя  $\delta_{из}$  округляется до ближайшего типоразмера теплоизоляционной конструкции.

После этого рассчитывается фактическое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции по формуле:

$$R\phi = r \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + R_{en} + \frac{1}{\alpha_H} \right). \quad (2.8)$$

Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику, в соответствии с которой поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной 2 м, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут

иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV (рис. 2.1)

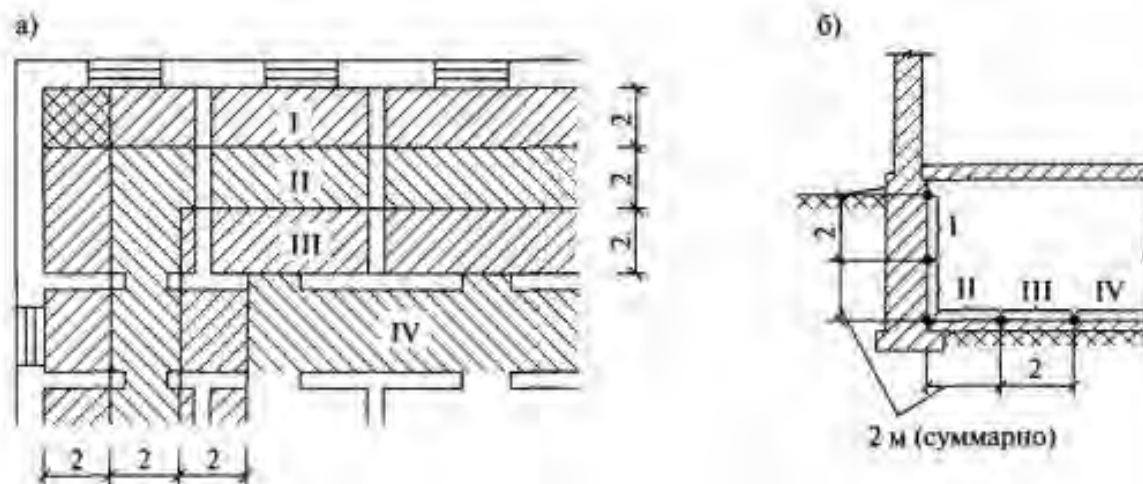


Рис. 2.1 Разбивка поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б) на расчетные зоны I-IV

Значение условного сопротивления теплопередаче отдельных зон неутепленных полов и стен ниже уровня земли с коэффициентами теплопроводности  $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$  принимают:

- для I зоны -  $R_I = 2,1 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ ;
- для II зоны -  $R_{II} = 4,3 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ ;
- для III зоны -  $R_{III} = 8,6 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ ;
- для IV зоны -  $R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

Сопротивление теплопередаче утепленных полов, расположенных на грунте, для каждой зоны

$$R_{\text{у.пл.}} = \sum_{i=1}^n R_i + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{\text{у.с.}i}}{\lambda_{\text{у.с.}i}} \quad (2.9)$$

где  $i$  – номер зоны;

$\sum \delta_{\text{у.с.}}/\lambda_{\text{у.с.}}$  – сумма термических сопротивлений утепляющих слоев (с  $\lambda < 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$ ).

Сопrotивление теплопередачи полов на лагах:

$$R_{л}=1,18R_{у.пл.} \quad (2.10)$$

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче окон, витражей, балконных и наружных дверей принимается на основании результатов сертификационных испытаний. При их отсутствии приведенное сопротивление можно принимать по /4/, которое воспроизведено в табл. П 11.1.

Величина приведенного сопротивления воздухопроницанию окон жилых и общественных зданий, при  $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$ , должна по сертификату соответствия на заполнение проема быть больше требуемого по (2.5).

Фактическое сопротивление выбранной светопрозрачной конструкции  $R_{и}^{\phi}$ ,  $\frac{м^2 \cdot ч \cdot Па}{кг}$ , определяют по формуле:

$$R_{и}^{\phi} = \frac{1}{G_{\phi}} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^n \quad (2.11)$$

где  $n$  - показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате испытаний;

$G_{\phi}$  - воздухопроницаемость ограждающей конструкции, полученная в результате испытаний при  $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$ ,  $кг/м^2 \cdot ч$ .

По показателям воздухопроницаемости ГОСТ 23166-99 /5/ подразделяет оконные и балконные дверные блоки в деревянных, пластиковых и металлических переплетах на 5 классов. Максимально допустимые значения воздухопроницаемости для выделенных классов, а также соответствующие им сопротивления воздухопроницанию при  $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$  по /5/ приведены в табл. П 11.2.

### 2.3 Определение мощности системы отопления



Мощность системы отопления определяют для расчётных теплотерь, т. е. при потерях тепла при расчётной температуре наружного воздуха для проектирования систем отопления, учитывая:

- а) потери теплоты через ограждающие конструкции;
- б) расход теплоты на нагревание наружного воздуха, проникающего в помещения за счет инфильтрации или путем организованного притока через оконные клапаны, форточки, фрамуги и другие устройства для вентиляции помещений;
- в) тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, людей и других источников тепла.

Расчетную мощность системы отопления ( $Q_{от}$ , Вт) определяют из уравнения теплового баланса помещений:

$$Q_{от}^{зд} = Q_T + Q_{инф.} - Q_{быт.}, \quad (2.12)$$

где  $Q_T$  – теплотери теплопередачей через ограждающие конструкции здания, Вт;

$Q_{инф.}$  – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха, Вт;

$Q_{быт.}$  – бытовые тепловыделения, Вт.

Теплотери следует определять для всех отапливаемых помещений, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции, с округлением до 5 Вт:

- через наружные стены;
- через внутренние стены, если разность температур в помещении, которые они разделяют, превышает  $3^{\circ}\text{C}$ ;
- через окна;
- через балконные двери;
- через пол на первом этаже;
- через потолок на последнем этаже.

Для ограждений, обращенных наружной поверхностью в сторону неотапливаемых помещений (подвальные и чердачные помещения, холодные подполья, тамбура, закрытые веранды и лоджии и т.п.), в которых температура воздуха будет выше

расчетной температуры наружного воздуха  $t_n$ , вводят поправочный коэффициент  $n$ .

В случае, предусмотренном нормами, определяют температуру воздуха в неотапливаемом помещении, граничащем с отапливаемым, исходя из уравнения теплового баланса неотапливаемого помещения.

Теплопотери через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур в этих помещениях  $3^\circ\text{C}$  и менее. Если разность температур более  $3^\circ\text{C}$ , то для помещений с более высокой температурой внутреннего воздуха эти потери теплоты необходимо суммировать с другими теплопотерями, а для помещений с более низкой температурой внутреннего воздуха их следует учитывать как теплопоступления.

**Потери теплоты теплопередачей (трансмиссионные)** следует определять по формуле:

$$Q = \frac{1}{R} * A * (t_e - t_n) * (1 + \sum \beta) * n \quad (2.13)$$

где  $R$  - фактическое термическое сопротивление ограждения,  $\text{m}^2\text{C}/\text{Вт}$ ;

$A$  - расчетная площадь ограждающей конструкции,  $\text{m}^2$ ;

$\beta$  - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Линейные размеры ограждающих конструкций определяют с точностью до  $0,1\text{м}$ , а площадь – с точностью до  $0,1\text{м}^2$ , в соответствии с правилами обмера.

Дополнительные теплопотери учитываются добавками к основным, задаваемыми в долях единицы. Добавки подразделяются на несколько видов:

1. Добавка на ориентацию ограждения по сторонам света принимается для всех наружных вертикальных ограждений или проекций на вертикаль наружных наклонных ограждений (рис.3), обращенных на:

- север (С); восток (В); северо-восток (СВ) и северо-запад (СЗ) – в размере  $0,1$ ;

- юго-восток (ЮВ) и запад (З) –  $0,05$ .

В жилых помещениях, разрабатываемых для типового проектирования, через все ограждения, обращенные на любую из сторон света в размере 0,13.

б) через необогреваемые полы 1 этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже – в размере 0,05;

в) через наружные двери, не оборудованные воздушными завесами при высоте зданий  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза в размере:

0,2 $H$  – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 $H$  – для двойных дверей с тамбуром между ними;

0,34 $H$  – для двойных дверей без тамбура;

0,22 $H$  – для одинарных дверей.

В жилых и общественных зданиях с **естественной вытяжной вентиляцией** (без компенсации подогретым притоком) расход теплоты на инфильтрацию определяют двумя путями:

- вычисляется расход теплоты на подогрев инфильтрующегося воздуха, обеспечивающего нормативный воздухообмен, т.е. равного расходу удаляемого вытяжного воздуха;

- рассчитывается расход теплоты из условия нагревания инфильтрующегося через наружные ограждения воздуха при отсутствии вентиляции.

За расчетное принимается большее из полученных значений.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха при нормативном воздухообмене определяют:

$$Q_{\text{инф}}^{\text{H}} = 0,28L_{\text{H}}\rho_{\text{H}}C(t_{\text{в}}-t_{\text{H}}), \quad (2.14)$$

где  $L_{\text{H}}$  – расход удаленного воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , не компенсируемый подогретым потоком, равное для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20  $\text{м}^2$  общей площади на человека - 3  $A_{\text{ж}}$ ;

б) других жилых зданий - 0,35  $h_{\text{ЭТ}}(A_{\text{ж}})$ , но не менее 30 $m$ , где  $m$  - расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно: для административных зданий, офисов, складов и супермаркетов -  $4A_p$ ; для магазинов шаговой доступности, учреждений здравоохранения, комбинатов бытового обслуживания, спортивных арен, музеев и выставок -  $5A_p$ ; для детских дошкольных учреждений, школ, среднетехнических и высших учебных заведений -  $7A_p$ ; физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, ресторанов, кафе, вокзалов -  $10 A_p$ ;

$A_{ж}$ ,  $A_p$ -для жилых зданий - площадь жилых помещений ( $A_{ж}$ ), к которым относятся спальни, детские, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни- столовые; для общественных и административных зданий - расчетная площадь ( $A_p$ ), определяемая как сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и сетей, м<sup>2</sup>;

$h_{эт}$  - высота этажа от пола до потолка, м;

$\rho_n$  – плотность наружного воздуха, кг/ м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$\rho_v = \frac{353}{273 + t_n} \quad (2.15)$$

$c$ – удельная теплоемкость воздуха равная 1 кДж/кг °С.

**При отсутствии вентиляции**, расход теплоты на нагревание инфильтрующегося через неплотности ограждений воздуха определяют:

$$Q_{инф.} = 0,28 \sum G_i * k * C * (t_v - t_n) \quad (2.16)$$

где  $k$  – коэффициент учета влияния встречного потока в конструкциях;

$G_i$  – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения: наружные стены, окна,

балконные двери, щели и неплотности проемов ограждений, стыки стеновых панелей.

Таким образом, задача инженерного расчета сводится к определению расхода инфильтрационного воздуха  $G_{\text{инф}}$ , кг/ч, через отдельные ограждения каждого помещения. Инфильтрация через стены и покрытия невелика, поэтому ею обычно пренебрегают и рассчитывают только через заполнение световых проемов, а также через закрытые двери и ворота, в том числе и те, которые при обычном эксплуатационном режиме не открываются.

Расход воздуха через окна и балконные двери, определяем:

$$G_i = 0,216 * \sum A_i * \frac{\Delta p_i^{0,67}}{Ru}; (2.17)$$

через закрытые двери и ворота:

$$G_i = \sum A_i * \frac{1}{Ru} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{1/2} (2.18)$$

где  $A_i$  – площади окон и балконных дверей,  $\text{м}^2$ ;

$Ru$  – сопротивление воздухопроницанию,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ , окон и балконных дверей;

$\Delta p_i$  – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций на расчетном этаже .

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции равна:

$$\Delta p_i = p_{ti} + p_{vi} - \Delta p_{ci} - p_{int} , (2.19)$$

где  $p_{ti}$  – избыточное гравитационное давление, Па;

$p_{vi}$  – избыточное ветровое давление, Па;

$\Delta p_{ci}$  – расчетные потери давления в вентиляционных системах, Па;

$p_{int}$  – условно-постоянное давление в здании, Па.

В зданиях с естественной вентиляцией

$$\Delta p_{ci} = (H-h_i)(\rho_{+5} - \rho_B) \times g, \quad (2.20)$$

где  $h_i$  – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон;

$\rho_{+5}, \rho_B$  - плотности воздуха, соответственно при температуре воздуха  $+5^\circ\text{C}$  и расчетной внутренней температуре,  $\text{кг/м}^3$ .

Гравитационное давление определяется соотношением:

$$p_{ti} = (H - h_i) (\rho_H - \rho_B) g, \quad (2.21)$$

Ветровое давление:

$$p_{vi} = 0,5 \rho_H V_H^2 (C_H - C_3) k', \quad (2.22)$$

где  $C_H = 0,8$ ;  $C_3 = -0,6$  – аэродинамические коэффициенты для соответственно наветренной и заветренной стороны /6/;

$k'$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности и высоты здания /6/ (табл.П10.3).

Условно-постоянное давление воздуха в здании  $p_{int}$ , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций) определяется:

$$p_{int} = 0,5 H g (\rho_H - \rho_B) + 0,25 V^2 \rho_H (C_H - C_3) k', \quad (2.23)$$

таким образом, подставляя в (2.21) формулы (2.22), (2.23), (2.24) имеем:

$$\Delta p_i = (H - h_i) (\rho_H - \rho_{+5}) g + 0,5 \rho_H V^2 (C_H - C_3) k' - p_{int}. \quad (2.24)$$

В жилых зданиях тепловой поток, Вт, поступающий в помещение от электрических приборов, освещения, людей и др. источников, следует определять по формуле:

$$Q_{\text{быт.}} = q_{\text{быт.}} A_{\text{ж}}, \quad (2.25)$$

где  $q_{\text{быт}}$  - величина бытовых тепловыделений на  $1 \text{ м}^2$  площади жилых помещений ( $A_{\text{ж}}$ ) или расчетной площади общественного здания ( $A_{\text{р}}$ ),  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , принимаемая для:

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее  $20 \text{ м}^2$  общей площади на человека  $q_{\text{быт}} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

б) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир  $45 \text{ м}^2$  общей площади и более на человека  $q_{\text{быт}} = 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины  $q_{\text{быт}}$  между 17 и  $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

г) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей ( $90 \text{ Вт}/\text{чел}$ ), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники ( $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ) с учетом рабочих часов в неделю.

## **3 Выбор и конструирование**

### **3.1 Классификация систем отопления**

Системы отопления классифицируются по следующим основным признакам:

- по расположению основных элементов
- по преимущественному способу передачи тепла
- по виду теплоносителя
- по способу циркуляции теплоносителя
- по способу присоединения к источнику тепла
- по схемным решениям.

**По расположению основных элементов** системы отопления подразделяются на:

- центральные
- индивидуальные

**Центральная** система отопления - это отопление группы потребителей от одного источника тепла, находящегося за пределами отапливаемого объекта, через общую тепловую сеть.

**Индивидуальная** система отопления – это система отопления одного дома, при этом источник тепла находится в том же помещении или в непосредственной близости от него.

**По преимущественному способу передачи тепла** системы отопления подразделяются на:

- конвективные
- лучистые

**Конвективные** системы отопления – это системы отопления, в которых температура воздуха отапливаемых помещений поддерживается выше радиационной температуры помещения.

**Лучистые** системы отопления – это системы отопления, в которых температура воздуха отапливаемых помещений поддерживается ниже радиационной температуры помещения.

**По виду теплоносителя** системы отопления подразделяются на:

- водяные
- паровые



- воздушные
- комбинированные (паро–воздушные).

**По способу циркуляции** теплоносителя системы отопления подразделяются на:

- с естественной циркуляцией
- с искусственной циркуляцией

**Система отопления с естественной циркуляцией** – это система отопления, в которой циркуляция теплоносителя осуществляется за счет разности плотностей холодного и горячего теплоносителя

**Система отопления с искусственной циркуляцией** – это система отопления, в которой циркуляция теплоносителя осуществляется при помощи циркуляционных насосов.

**По способу присоединения к источнику тепла** системы отопления подразделяются на:

- зависимая прямоточная
- зависимая со смешением
- независимая

**Зависимая прямоточная** система отопления – это система отопления, в которую поступает теплоноситель из источника тепла без изменения параметров.

**Зависимая со смешением** система отопления – это система отопления, в которую поступает теплоноситель из источника тепла, предварительно смешанный с теплоносителем из сборной магистрали системы отопления для обеспечения заданных температурных параметров.

**Независимая** система отопления – это система отопления, которая присоединяется к источнику тепла через теплообменник, теплоноситель из источника тепла является греющим, а в системе циркулирует промежуточный теплоноситель.

**По схемным решениям** системы отопления, в свою очередь, классифицируются по следующим основным признакам:

- по расположению труб, объединяющих отопительные приборы

- по схеме соединения труб с отопительными приборами
- по направлению движения теплоносителя в распределительной и сборной магистралях
- по расположению распределительной магистрали

**По расположения труб, объединяющих отопительные приборы** системы отопления подразделяются на:

- вертикальные
- горизонтальные
- горизонтальные поэтажные

**Вертикальная** система отопления – это система отопления, в которой теплоноситель поступает в отопительные приборы разных этажей по вертикальному теплопроводу (стояку).

**Горизонтальная** система отопления – это система отопления, в которой теплоноситель поступает в отопительные приборы одного этажа по горизонтальному теплопроводу (ветви).

**Горизонтальная поэтажная** система отопления – это система отопления, в которой теплоноситель поступает в горизонтальные теплопроводы (ветви) разных этажей по вертикальному теплопроводу (стояку).

**По схеме соединения труб с отопительными приборами** системы отопления подразделяются на:

- двухтрубные,
- однотрубные системы

**Двухтрубная** система отопления - это система отопления, в которой отопительные приборы присоединяются параллельно к двум стоякам (вертикальным трубопроводам) или ветвям (горизонтальным трубопроводам). По одному из них, подающему, теплоноситель поступает к отопительным приборам, а по обратному - теплоноситель, отдавший тепло в отопительных приборах, поступает к сборному обратному (магистральному) трубопроводу, по которому поступает в котел или к тепловому пункту.

**Однотрубная** система отопления - это система отопления, в которой отопительные приборы присоединяются

последовательно к стояку или ветви. Теплоноситель проходит последовательно через несколько отопительных приборов, а затем поступает в котел или на пункт. Часть теплоносителя по подводкам попадает в отопительные приборы, а часть по перемычке проходит транзитом. Перемычка называется замыкающим участком.

**По направлению движения теплоносителя** в распределительной и сборной магистралях системы отопления подразделяются на:

- с тупиковым движением теплоносителя
- с попутным движением теплоносителя

**Системы отопления с тупиковым движением теплоносителя** - это системы отопления, в которых теплоноситель в распределительной и сборной магистралях движется во взаимно противоположных направлениях.

**Системы отопления с попутным движением теплоносителя** - это системы отопления, в которых теплоноситель в распределительной и сборной магистралях движется в одном направлении.

**По расположению распределительной магистрали** системы отопления подразделяются на:

- с верхней разводкой
- с нижней разводкой

**Системы отопления с верхней разводкой** - это системы отопления, в которых распределительная магистраль расположена выше отопительных приборов.

**Системы отопления с нижней разводкой** - это системы отопления, в которых распределительная магистраль расположена ниже отопительных приборов.

### **3.2 Классификация отопительных приборов**

В соответствии с основным назначением к отопительным приборам предъявляют следующие требования:

**1) Теплотехнические.** Прибор должен наилучшим образом передавать от энергоносителя тепловую энергию воздуху отапливаемого помещения, т. е. иметь высокий коэффициент теплопередачи  $k$ . ( $4,5 \div 17,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ );

**2) Санитарно-гигиенические:**

а) *невысокая температура* (до  $70^\circ\text{C}$ ) нагревательного прибора уменьшает возгонку пыли и степень радиации;

б) *гладкая поверхность* позволяет легко удалять его пыль.

**3) Экономические.** Характеризуется величиной теплонапряженности – это количество тепла, приходящиеся на 1 кг веса прибора и на  $1^\circ\text{C}$  температурного напора. *Повышение теплонапряженности прибора* снижает его металлоемкость и, следовательно, стоимость:

$$M = \frac{Q_{\text{пр}}}{G \cdot \Delta t}, \quad (3.1)$$

где  $M$  – теплонапряженность прибора,  $\text{Вт/кг} \cdot \text{°C}$ ;  $Q$  – тепловая мощность прибора;  $G$  – вес прибора;  $\Delta t$  – разность средней температуры прибора и воздуха помещения, град.

Чем ниже металлоемкость и стоимость одного Вт, тем выше его экономические показатели.

**4) Конструктивные.** Необходимо, чтобы конструкция прибора позволяла:

а) *легко регулировать его тепловую мощность.*

Прибор должен быть б) *равнопрочен с трубами системы отопления* или близок к этому, то есть способен выдерживать давление 16 ат, а также обладать высокой в) *антикоррозийностью.*

**5) Эстетические.** Прибор должен а) *гармонизировать с современной мебелью*, не препятствовать ее расстановке и как можно б) *меньше занимать полезной площади* отапливаемого прибора

б) **Производственно-монтажные.** Соответствие прибора промышленным способам монтажа систем отопления и строительства зданий.

Отопительные приборы характеризуются следующими основными показателями:

- *теплоплотностью* – тепловой мощностью прибора с 1 м длины;
- *номенклатурным рядом* – интервалом между минимальным и максимальным значениями тепловой мощности приборов одного типа;
- *шагом номенклатурного ряда* – максимальной (минимальной) разностью значений тепловой мощности двух соседних приборов данного типа;
- *значением коэффициента теплопередачи  $k$* ;
- *стоимостью  $s$* ;
- *теплонапряженностью*;
- *постоянной времени*.

Приборы различают:

- 1) *по материалу*, из которого они изготовлены – чугунные, стальные, бетонные, биметаллические, медные, алюминиевые, неметаллические и т. д.;
- 2) *по характеру поверхности* – гладкие и оребренные;
- 3) *по высоте*: высокие  $\geq 650$  мм; средние  $400 \div 650$ ; низкие  $200 \div 400$ ; плинтусные  $\leq 200$  мм;
- 4) *по характеру передачи тепловой энергии* (по преимущественной доле того или иного вида т/о):
  - $\geq 50\%$  радиацией – радиаторного (отопительные панели, потолочные излучатели);
  - $\geq 75\%$  конвекцией – конвекторного (конвекторы, ребристые трубы, калориферы);
  - $50\% \div 75\%$  – смешанного типа ( $50^p \div 50^k$  – радиаторы, гладкотрубные приборы, напольные панели).
- 5) *по назначению* – для водяных и паровых систем отопления;
- 6) *по исполнению* – одно-, двух-, и трехрядные;
- 7) *по схеме циркуляции теплоносителя (рис.2.)* – концевые и проходные.

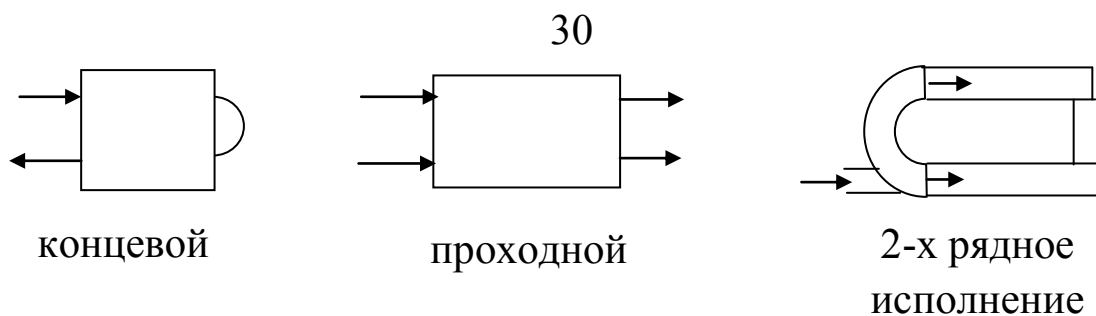


Рис.3.1 Схемы циркуляции теплоносителя

8) по величине тепловой инерции, которая характеризуется постоянной времени прибора.

- инерционные с  $T_{пр} > 1,5$  ч
- средней инерционности с  $T_{пр} = 0,5 - 1,5$  ч
- безинерционные с  $T_{пр} < 0,5$  ч.

здесь  $T_{пр} = \frac{G_{пр} \cdot C_{пр}}{k_{пр} \cdot F_{пр}}$  – постоянная времени прибора (время,

необходимое для изменения его мощности).

9) по скорости движения воды на *скоростные* и *емкостные* приборы.

**Скоростные** – скорость воды в подводках сравнима со скоростью воды в приборе.

**Емкостные** – скорость воды в приборах в несколько раз меньше скорости воды в подводках.

Для всего здания целесообразно принимать один тип отопительного прибора.

Гидравлическая схема приборов должна соответствовать гидравлической схеме с/о.

Так, для емкостных приборов большой инерционности (чугунные радиаторы) оптимальной областью применения являются с/о жилых и общественных зданий с местными генераторами теплоты с механической, а особенно естественной циркуляцией (в том числе квартирные).

Системы отопления двухтрубные и однотрубные с замыкающими участками должны оснащаться *емкостными* приборами *средней инерционности* (стальные штампованные радиаторы), т. к. скорость теплоносителя при таких схемах

незначительна, а скоростные приборы не обеспечивают нормативную мощность, которая определена при расходе воды  $G = 360$  кг/ч.

Для бифилярных однострубных проточных систем более всего пригодны малоинерционные скоростные приборы (конвекторы).

Что же касается с/о, работающих в автоматическом регулируемом режиме, то для них наиболее совершенными приборами с теплотехнической, гигиенической и эксплуатационной точек зрения являются скоростные малоинерционные, выполненные из стальных труб с развитой поверхностью нагрева.

Отопление лестничных клеток назначается от рециркуляционных воздухонагревателей, собранных из конвекторов, ребристых труб или калориферов, устанавливаемых в нижней части лестничных клеток. На лестничных клетках, разделенных на отсеки, отопительные приборы предусматриваются в каждом из отсеков и присоединяются к отдельным ветвям или стоякам с/о.

### **3.3 Теплопроводы и арматура**

Теплопроводы - это совокупность труб, используемых для подачи теплоносителя в отопительные приборы, а также для вывода охлажденного теплоносителя из них.

Трубопроводы систем отопления следует проектировать из стальных, медных, латунных труб, термостойких труб из полимерных материалов (в том числе металлополимерных и из стеклопластика), разрешенных к применению в строительстве. В комплекте с пластмассовыми трубами следует применять соединительные детали и изделия, соответствующие применяемому типу труб.

Трубы из полимерных материалов, применяемые в системах отопления совместно с металлическими трубами или с приборами и оборудованием, в том числе в наружных системах теплоснабжения, имеющими ограничения по содержанию растворенного кислорода в теплоносителе, должны иметь антидиффузный слой.

### **Стальные трубы**

Трубы для систем водяного служит высококачественная углеродистая сталь.

В водяной системе отопления могут применяться водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262-75). Это чёрные (неоцинкованные) стальные трубы. По толщине стенок они подразделяются на три вида: лёгкие, обыкновенные, усиленные. Стальные электросварные (ГОСТ 10704-76) и бесшовные цельнотянутые трубы выпускают со стенками различной толщины, поэтому в условном обозначении следует указывать наружный диаметр и толщину стенки, например 76х3 мм. Наиболее употребительны для систем отопления обыкновенные и лёгкие трубы.

Достоинства стальных труб:

- долговечность;
- устойчивость к высокому давлению, гидроударам, скачкам давления в системе;
- сталь обладает низким температурным коэффициентом линейного расширения, что даёт возможность применять стальные трубы в системах горячего водоснабжения и отопления;
- сравнительно невысокая стоимость.

Недостатки стальных труб:

- подверженность коррозии, которая приводит к протечкам и выходу труб из строя;
- внутренняя поверхность быстро засоряется различными отложениями, при этом уменьшается пропускная способность труб;
- стальные трубы проводят блуждающие токи, которые также сказываются негативно на состоянии внутренней поверхности труб;
- высокая стоимость монтажных работ: для сварки труб нужны соответствующие навыки. Конечно, стальные трубы можно соединить резьбовыми соединениями.
- соединительные детали для стальных труб



Но при этом тоже есть трудоемкая работа – нарезка резьбы на трубах, большое количество соединений через муфты, тройники, уголки.

### **Медные трубы**

Являются превосходным материалом как для систем отопления, так и для систем горячего водоснабжения. Медь очень стойка к коррозии, что гарантирует длительную эксплуатацию трубопровода.

Более тонкие стенки труб значительно сокращают внутренний диаметр без снижения прочностных характеристик и пропускных качеств трубопровода. Внутренние стенки трубы не подвержены зарастанию. Трубы высоко гибки, что даёт возможность применять их в системах тёплых полов.

Медные трубы имеются в продаже 2-х видов: отожжённая и неотожжённая. Первая хорошо поддается деформации и поставляется в бухтах.

Вторая поставляется мерными отрезками. Неотожжённая труба в основном применяется в системах холодильного оборудования.

Основное требование – применять материалы однородного происхождения: медь и её сплавы. Но если смешения материалов избежать нельзя, то необходимо соблюдать следующие правила:

- не допустим стык меди с нелегированной сталью, т. к. в этом случае будет наблюдаться интенсивная коррозия стали. Стальные трубы можно устанавливать только перед (!) медными трубами, если рассматривать порядок установки труб по направлению движения воды;
- если медные трубы прокладываются под штукатурку, их нужно обернуть по всей длине полиэтиленовым покрытием, препятствующим температурным деформациям.

Медные трубы и фитинги долговечны. Срок их эксплуатации сравним со сроком эксплуатации самого здания. Но стоимость медной трубы на российском рынке очень высока, т. к., в большинстве случаев, это импортные поставки. Хотя, при тщательном анализе «цены-качества» перевес будет на стороне медной трубы. Налицо большие разовые затраты, но – отсутствие проблем в процессе дальнейшей эксплуатации трубопровода.

### **Полипропиленовые трубы**

В настоящий момент полимерные трубы являются главным конкурентом металлических труб.

Полипропиленовые трубы, в силу своих свойств, хороши для трубопроводов с питьевой водой. Армированные полипропиленовые трубы отлично зарекомендовали себя в системах отопления, то есть, там, где нужно транспортировать горячую воду либо пар.

#### **ДОСТОИНСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ:**

- большой срок службы трубопроводов (до пятидесяти лет!);
- полипропиленовые трубы не подвержены коррозии, отчего внутренний диаметр их не забивается накипью и прочими отложениями;
  - высокая химическая стойкость: не ржавеют и потому не меняют вкус, цвет, состав воды в них;
  - малый уровень шума (в сравнении с металлическими) потока жидкости в них;
  - монолитное соединение труб между собой;
  - соединение полипропиленовых труб
  - Благодаря такому соединению, полипропиленовые трубы можно прятать в стены, под штукатурку, или в пол.
- Для сварки полипропиленовых труб используют сварочный аппарат (в простонародии «паяльник»), работу с которым может освоить любой человек за, буквально, пару минут. При этом сварка (пайка) занимает буквально секунды;
- полипропиленовая труба обеспечивает высокую кислородо непроницаемость, благодаря чему металлические детали системы не подвергаются коррозии;
- полипропиленовые трубы более выгодны с экономической точки зрения, так как они дешевле металлопластиковых более чем в 2 раза, особенно соединительные детали (фитинги);
  - имеют высокую механическую прочность;
  - устойчивость к размораживанию; при замерзании воды в трубе, почти наверняка можно не волноваться за целостность трубы – полипропилен расширится и при оттаивании примет первоначальную форму;

- полипропилен экологически безвреден.

#### НЕДОСТАТКИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ:

- качество монтажа зависит от выбранного материала: необходимо для систем отопления выбирать армированные трубы, а для систем водопроводов и канализации обычные трубы;
- чувствительность к высоким температурам, то есть эти трубы не подходят для пожароопасных помещений;
- при покупке полипропиленовых труб нужно учитывать их производителя, так как недостатки таких труб могут быть связаны с нарушениями технологии их изготовления или вызваны применением некачественного сырья.
- Перечисленные недостатки касаются лишь определённых партий изделий, которые были изготовлены без контроля качества. В основном же, полипропиленовые изделия изготавливаются в соответствии со стандартами и гостами и отличаются достаточно высокой надёжностью.
- Полипропиленовые трубы подходят практически для любых видов трубопроводов. Единственным их ограничением является температура теплоносителя (от +65 до +95 градусов). В среднем же, полипропиленовые трубы имеют рабочую температуру до 75 градусов при давлении 7,5 атм. При этом гарантированный срок их службы 25 лет. Максимальная температура, которую выдерживает данный вид труб – 95 градусов. Но при таком "экстремальном" режиме эксплуатации срок службы труб уменьшается.

Однако есть такая разновидность полипропиленовых труб, как армированные полипропиленовые трубы. Они могут армироваться как алюминиевой фольгой, так и стекловолокном.

Эти трубы рассчитаны на сравнительно большие температуры. У них рабочая температура 95 градусов, кратковременно же они в состоянии выдержать нагревание до 110 градусов, благодаря чему их и применяют в системах отопления и горячего водоснабжения.

#### **Металлопластиковые трубы**

#### ДОСТОИНСТВА МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ:

- не подвержены коррозионному воздействию;
- внутренний слой труб не накапливает отложений;
- большой срок службы (не менее пятидесяти лет!);
- кислородо непроницаемость, благодаря чему металлические детали системы не подвергаются коррозии;
  - большой метраж труб в бухтах (50-500 м), что позволяет укладывать трубу на больших площадях без применения соединений, из-за чего исключается вероятность протечки системы;
    - металлопластиковые трубы удобно применять в помещениях со сложной геометрией, т. к. они (трубы) пластичны, легко гнутся, сохраняют приданную им форму;
    - малое линейное удлинение при нагревании.

Металлопластиковые трубы надёжны, благодаря пятислойной структуре (полиэтилен, клей и алюминиевая фольга). В трубопроводе из металлопластиковых труб весьма большое значение имеет технология соединения самих труб с фитингами.

#### ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ:

- разъёмные (резьбовые или цанговые);
- условно разъёмные (компрессионные);
- неразъёмные (пресс-фитинги).

Название "разъёмные фитинги" говорит само за себя: такие фитинги позволяют многократно разбирать и собирать соединения.

При разборе компрессионного фитинга приходится заменять обжимное кольцо, так что разбирать такое соединение следует лишь в крайних случаях.

В пресс-фитингах трубы запрессовывают "навечно". Поэтому пресс-фитинги можно смело заделывать в строительные конструкции (стены, пол).

Для монтажа пресс-фитингов есть специальное оборудование. Правда, стоит оно не дёшево и потому "по карману" лишь крупным компаниям, специализирующимся на сантехнических работах.

### НЕДОСТАТКИ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ:

- боятся ультрафиолетового облучения, то есть, прямого солнечного света;
- боятся механических нагрузок и термических воздействий (открытого огня);
- некоторые проблемы с резьбовыми фитингами: внутренний диаметр фитингов меньше, чем у трубы, поэтому, если качество теплоносителя плохое, отверстия фитингов начинают зарастать;
- монтаж резьбовых фитингов требует осторожности: можно накидной гайкой пережать трубу, отчего на трубе остаётся надрез, который может привести к разрыву трубы.

### **Гофрированная нержавеющая труба**

Гофрированная нержавеющая труба пригодна для монтажа всех видов трубопроводов для транспортировки жидкости.

Эти трубы легко сгибаются – это очень удобно при монтаже водяного отопления в условиях ограниченного пространства.

Отличительная особенность – быстрый монтаж соединений «труба-фитинг». Это значительно упрощает монтаж трубопроводов.

Гофрированная нержавеющая труба хороша для устройства систем водяного отопления новостроек. А также в старых зданиях, где трубопроводы требуют замены.

Благодаря высокой гибкости удаётся монтировать сложные трассы с минимальным числом соединений, что имеет значение при монтаже трубопроводов в ограниченных пространственных условиях. Гофрированная нержавеющая труба устойчива к высокому давлению в системе и выдерживает гидроудар до 5-6 атм.

### ДОСТОИНСТВА ГОФРИРОВАННОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ ТРУБЫ:

- долговечность, не подвергается коррозии (неограниченный срок эксплуатации);
- уплотнительные кольца рассчитаны на срок эксплуатации не менее 30 лет;

- не боится как гидроударов, так и внешних механических воздействий;
- легко гнётся безо всяких приспособлений, не уменьшая величины внутреннего диаметра;
- экологичность, т. к. стенка трубы не возникает осадков и накипи;
- не боится размораживания;
- трубопровод с питьевой водой не требует специальной промывки;
- можно заделывать в стены под штукатурку и в бетонный стяжки пола;
- гофра стойка к линейным расширениям и сжатиям при изменении температур и к гидроударам;
- высокая теплоотдача, отчего гофрированная нержавеющая труба очень предпочтительна для изготовления тёплого пола и тёплых стен;
- можно использовать саму трубу в качестве радиаторов, обходясь без установки собственно радиаторов;
- не боится грызунов, грибка, плесени;
- монтаж трубопровода достаточно прост;
- благодаря гибкости трубы, монтаж сложных трасс осуществим с минимальным количеством соединительных узлов;
- применима для трубопроводов любого назначения (отопление, горячее либо холодное водоснабжение и пр.).

### **РЕХ-труба (сшитый полиэтилен)**

РЕХ-труба - это труба из сшитого полиэтилена, которая отличается большой прочностью и стойкостью к высоким температурам.

Такие трубы используются в системах горячего водоснабжения и в системах отопления, в частности, в системах тёплых полов.

И всё же РЕХ-труба пока используется мало из-за высокой цены на сами трубы, на фитинги и на оборудование для монтажа.

### **Арматура систем отопления**

Запорно-регулирующая арматура подразделяется на муфтовую и фланцевую. Муфтовая арматура имеет внутреннюю резьбу для

соединения с трубопроводами, изготавливается с условным проходом до 50 мм. Фланцевая- имеет соединительные фланцы и изготавливается с условным проходом 40мм и более.

Арматура изготавливается из следующих материалов: серого или ковкого чугуна, углеродистой или нержавеющей стали, бронзы или латуни и др. материалов.

### ПРОБКОВЫЕ КРАНЫ

Устройство пробковых кранов показано на рис.1.



Рис.3.2 Кран пробковый

Кран состоит из двух основных деталей: корпуса и пробки со сквозным отверстием. Пробка выполняется конусной, притирается к корпусу и представляет запорный орган. Кран открывается и закрывается поворотом пробки. При этом она не перемещается вдоль вертикальной оси корпуса и степень нажатия пробки на стенки корпуса остается постоянной. Поворачивают пробку с помощью ключа, надеваемого на квадратный хвост пробки. На торце квадрата выполняется риска в направлении оси отверстия пробки и она указывает положение крана: открыт или закрыт.

По способу герметизации пробки в корпусе краны разделяются на сальниковые, в которых полости между торцом пробки и крышкой заполняются набивкой (просаленный лен, асбестовый шнур и др.), и натяжные, в которых усилие для уплотнения пробки создается гайкой на ее резьбовом конце. Более высокая герметичность обеспечивается в сальниковых кранах. В последних снизу корпуса нередко устанавливают отжимной болт. При ввертывании он упирается в пробку и поднимает ее. Этим болтом пользуются для срыва  $\square$  прикипевшей  $\square$  пробки в случаях, когда ее не удастся повернуть ключом.

Краны, как запорная арматура, характеризуются следующими особенностями: а) простотой устройства и изготовления; б) обладают малым гидравлическим сопротивлением (коэффициент местного сопротивления от 1,5 до 3,5); в) требуют значительных усилий для поворота пробки;

г) подвержены (прикипанию) при высоких температурах теплоносителя ( $100^{\circ}\text{C}$  и более).

В системах водяного отопления краны широко применяются при температуре теплоносителя до  $100^{\circ}\text{C}$  в узлах присоединения стояков к магистралям, а также для отключения отдельных ветвей системы. Они могут применяться и вместо КДР в радиаторных узлах с замыкающими участками однетрубных систем отопления.

## ВЕНТИЛИ

Внутри корпуса вентиля рис 3.3 имеется перегородка с круглым отверстием в центре (седлом), прикрываемым тарелочным клапаном. Вентиль открывается подъемом клапана, который прикреплен к шпинделю.

Для перемещения шпиндель снабжен резьбой, при помощи которой он ввертывается в крышку. Во избежание просачивания жидкости из вентиля по шпинделю, последний уплотнен с помощью сальника. Благодаря свободному креплению на шпинделе клапана, он плотно прижимается к седлу при закрытии. Плотность прилегания достигается притиркой уплотнительных поверхностей.

Вентили характеризуются следующими особенностями:



- а) весьма надежны в работе и обладают хорошей герметичностью;
- б) легко регулируются проходные сечения вращением шпинделя;

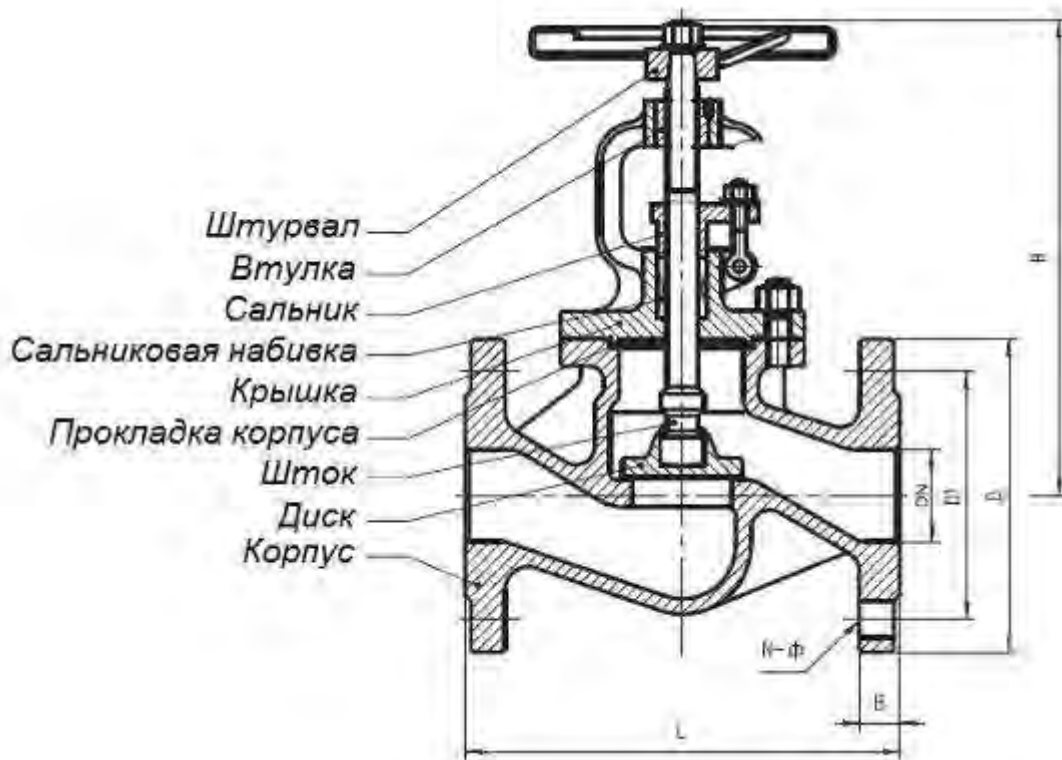


Рис. 3.3. Запорный вентиль

- в) создают большое сопротивление в 5-10 раз больше, чем у задвижек, из-за изменения направления движения потока жидкости; у вентилей с наклонным шпинделем коэффициент сопротивления значительно уменьшен до 2-3 раз;
- г) позволяют пропускать жидкость только в одном направлении (из-под клапана);
- д) вследствие сложности конструкции вентили стоят дороже кранов, но дешевле задвижек.

Вентили применяются в системах водяного и парового отопления при температурах теплоносителя  $100^{\circ}\text{C}$  и более. Вентили с наклонным шпинделем (Косва) целесообразно применять особенно в системах с естественной циркуляцией.

### Шаровые краны

Во всем цивилизованном мире в системах отопления, а также горячего и холодного водоснабжения запорные вентили сменили более удобные в эксплуатации шаровые краны (рис. 3.4). Запорный шаровый кран следует использовать для остановки потока, а не для регулирования. Благодаря простоте внутреннего устройства



Рис.3.4 Кран шаровой

шаровые краны являются наиболее совершенным и долговечным видом запорно-регулирующей арматуры.

Шаровой кран представляет собой корпус, внутри которого находится за-ключенный в обойму тефлоновых колец шар с цилиндрическим отверстием. При помощи штока с рукояткой в форме рычага или бабочки осуществляется вращение шара вокруг своей оси. Важным элементом шарового крана является сальник штока, который может быть разборным или неразборным.

По пропускной способности шаровые краны делятся на:

- 1 неполнопроходные (с величиной прохода в 40-50 %);
- 2 стандартные (с величиной прохода в 70-80 %);
- 3 полнопроходные (с величиной прохода в 90-100 %).

Величина прохода шарового крана определяется отношением площади сечения отверстия в шаре крана к площади сечения подводящего трубопровода. В целом, пропускная способность шаровых кранов выше, чем у вентилей. Пропускная способность даже неполнопроходного шарового крана вдвое больше, чем у традиционного вентиля, а его установка приводит к снижению давления в традиционной системе отопления.

В отопительных системах с естественной циркуляцией воды необходимо устанавливать только полнопроходные шаровые краны!

Так как шаровые краны имеют только два положения, "открыто" и "закрыто", и не предполагают промежуточных вариантов, их не рекомендуют устанавливать на подводках к отопительным приборам.

Изготавливают шаровые краны из цветных и черных металлов. Арматуру из цветных металлов (латуни, бронзы, цветных сплавов) в большинстве случаев присоединяют к трубопроводам при помощи муфтового соединения (на резьбе). Ее широко используют в системах отопления.

## ЗАДВИЖКИ

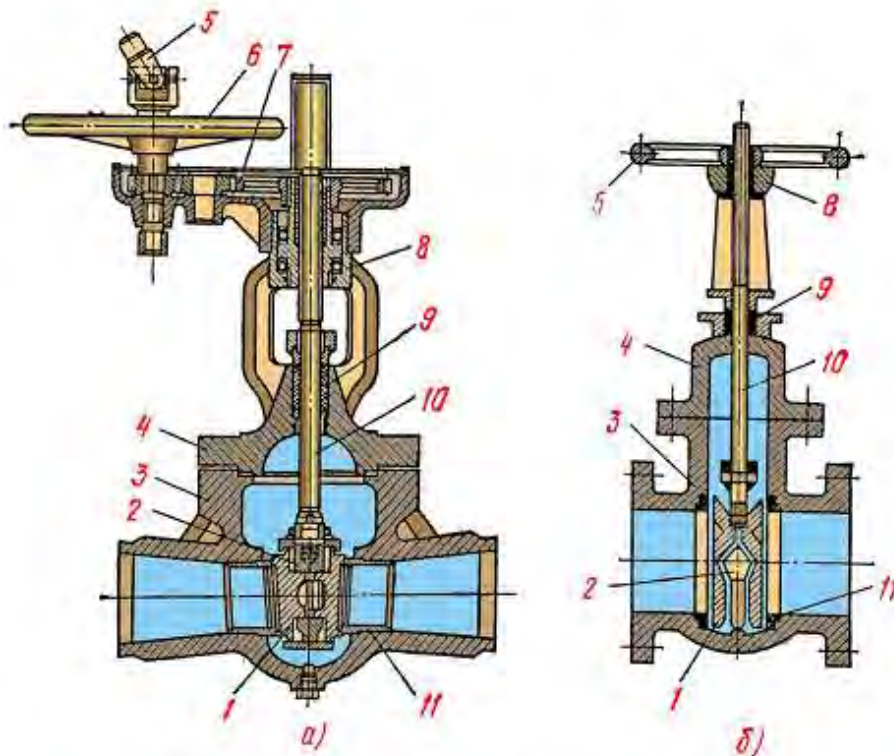
Задвижка состоит из следующих основных частей: корпуса, крышки с сальником и шпинделя с маховиком. Затвор и корпус снабжаются уплотнительными кольцами из чугуна, бронзы, нержавеющей стали и других материалов.

В зависимости от конструкции затвора задвижки подразделяются на параллельные и клиновые рис. 3.4.

В параллельных задвижках затвор состоит из двух запорных дисков, которые перемещаются в корпусе при вращении маховика со шпинделем. При перемещении запорных дисков вниз они раздвигаются клином и прижимаются к параллельно расположенным уплотнительным кольцам корпуса и создают необходимую герметизацию.

В клиновых задвижках проход корпуса перекрывается одним клинообразным затвором, который перемещается между наклонными уплотняющими кольцами корпуса.

Обработка и притирка уплотняющих колец в параллельных задвижках осуществляется проще и легче, чем в клиновых. Оба вида задвижек можно выполнять с выдвижным и не выдвижным шпинделем. Не выдвижной шпindel совершает только вращательное движение, а по резьбе перемещается затвор. У этих задвижек по длине шпинделя, выступающего из корпуса, можно судить о степени открытия задвижки.



**а** – клиновая бесфланцевая с приводом;

**б** – параллельная фланцевая;

- 1 – уплотнительные диски; 2 – распорное устройство;  
 3 – корпус; 4 – крышка; 5 – рычаг дистанционного привода;  
 6 – маховик; 7 – зубчатое колесо; 8 – траверса;  
 9 – сальниковое уплотнение; 10 – шпindelь;  
 11 – уплотнительное кольцо

Рис. 3.4 - Задвижки параллельные и клиновые

По форме корпусов задвижки разделяются на овальные, плоские и круглые. Овальная форма корпуса наиболее

распространена и применяется при средних давлениях. Задвижки изготавливаются с условным проходом от 40-50 мм и более.

Задвижки обладают следующими особенностями:

- а) создают достаточную герметичность при закрытии затвора;
- б) имеют очень малый коэффициент местного сопротивления (меньше, чем у кранов)-0,5;
- в) достаточно сложны по устройству и потому дорогие в изготовлении.

Задвижки применяются в системах отопления для отключения ветвей и полусистем, а также теплопунктах.

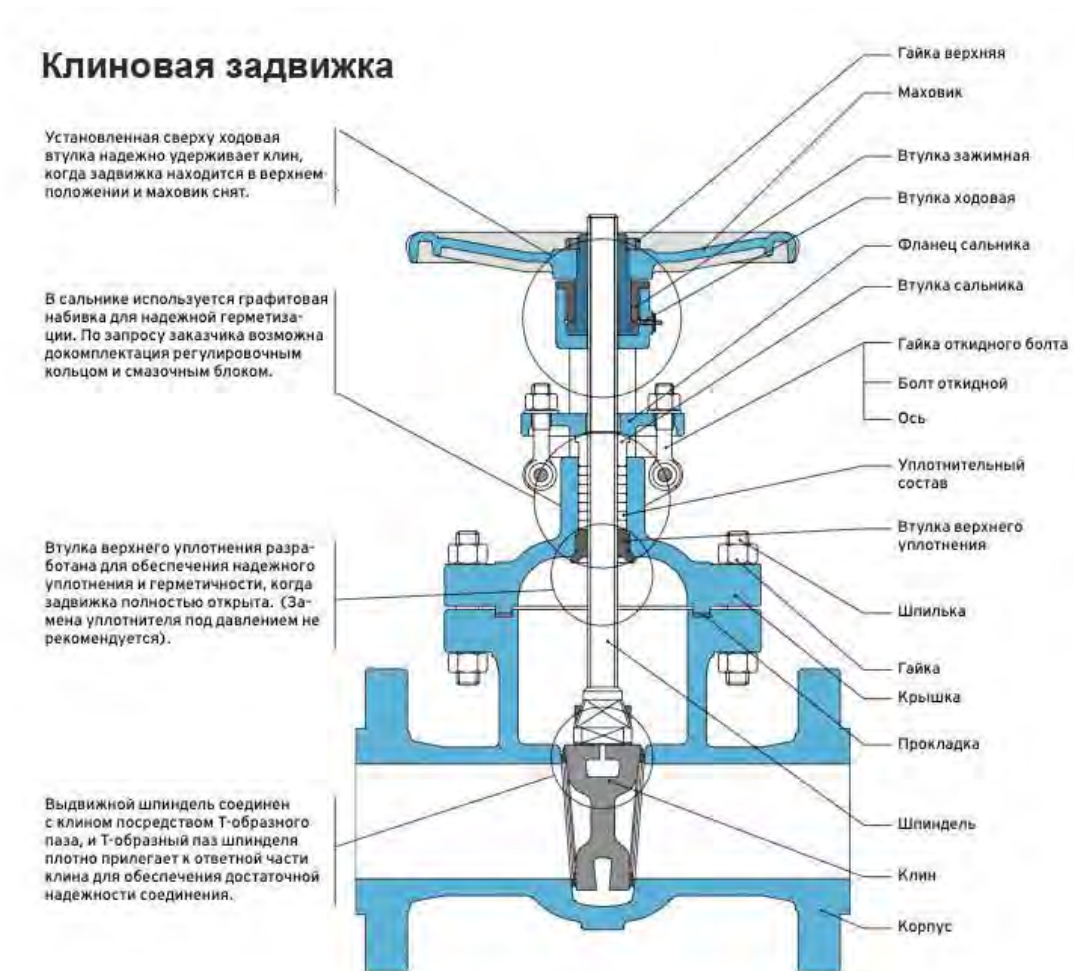


Рис. 3.5 Задвижка клиновая

К запорной арматуре относятся краны Н. Б. Маевского для выпуска воздуха из систем отопления (рис 3.6).

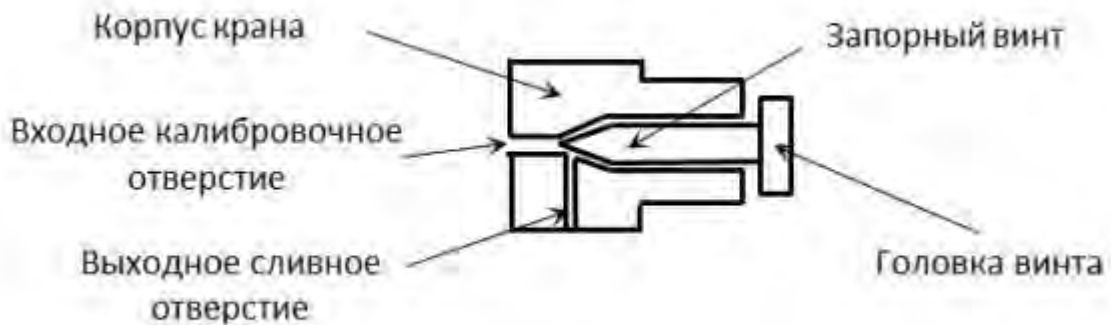


Рис.3.6 Кран Маевского

В его корпусе имеются продольные и поперечные отверстия, перекрываемые иглой с потаенной головкой. При вывертывании иглы специальным ключом отверстия крана сообщаются с атмосферой и удаляется воздух, после чего игла завертывается. Кран устанавливается на верхних нагревательных приборах систем отопления с нижней разводкой магистралей, а также на приборах горизонтальных систем.

### РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

Для индивидуального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов систем водяного отопления устанавливаются: при двухтрубных стояках- краны, обладающие повышенным гидравлическим сопротивлением; при однотрубных стояках- пониженным сопротивлением. В первом случае повышенное сопротивление крана обеспечивает равномерное сопротивление воды по отопительным приборам, во втором-пониженное сопротивление способствует затеканию в приборы большей части воды стояка, что увеличивает теплоотдачу приборов.

Краны трехходовые регулирующие (КРТ) обладают несомненным преимуществом по сравнению с другой регулирующей арматурой. Они позволяют всю воду стояка пропускать через НП и получать от них максимальную теплоотдачу. Эти краны (рис. 3.7) изготавливаются из ковкого чугуна и латуни с условным проходом 15 и 20 мм на давление 6 и



10 кгс-см. Пробка крана представляет собой в разрезе сектор, который при повороте может полностью перекрывать одно из отверстий в корпусе. Кран с такой пробкой создает малое гидравлическое сопротивление протеканию воды.

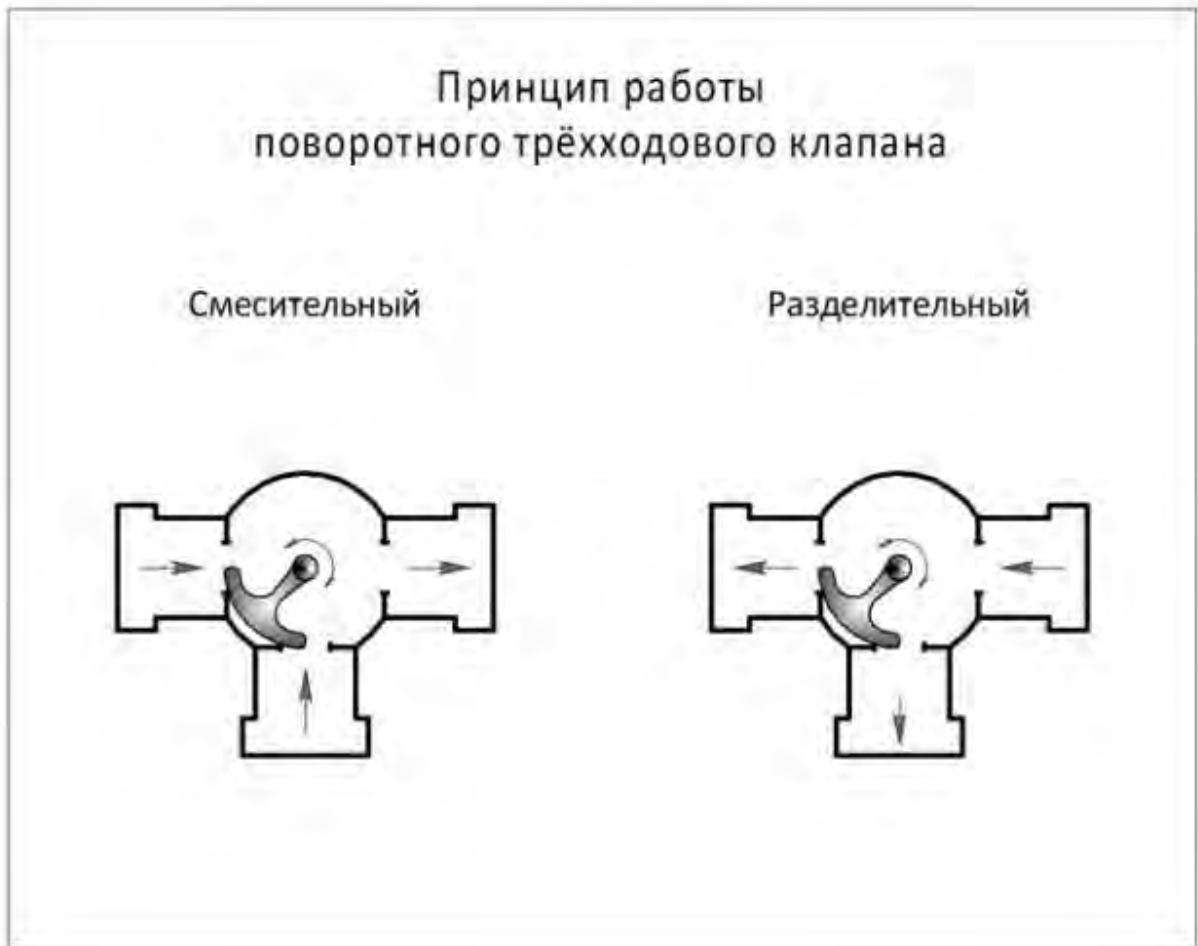


Рис. 3.7 - Трёхходовой кран

### Термостатические вентили

Термостаты необходимы для поддержания температуры в помещении. В процессе работы терморегуляторы отслеживают изменение температуры в помещении, при помощи встроенных датчиков тепла. При падении температуры система термоконтроля открывает забор теплоносителя, увеличивая его объем и циркуляцию внутри батареи. После достижения заданной температуры, термостат уменьшает подачу теплоносителя, тем самым снижая температуру нагрева и расход энергоносителя в отопительном приборе.

Оборудование состоит из двух основных компонентов (рис. 3.8) :

- Термостатический элемент отвечающий за управление прибором.
- Клапана регулирующие отдачу теплоносителя в радиатор.
- Исполняющий элемент.

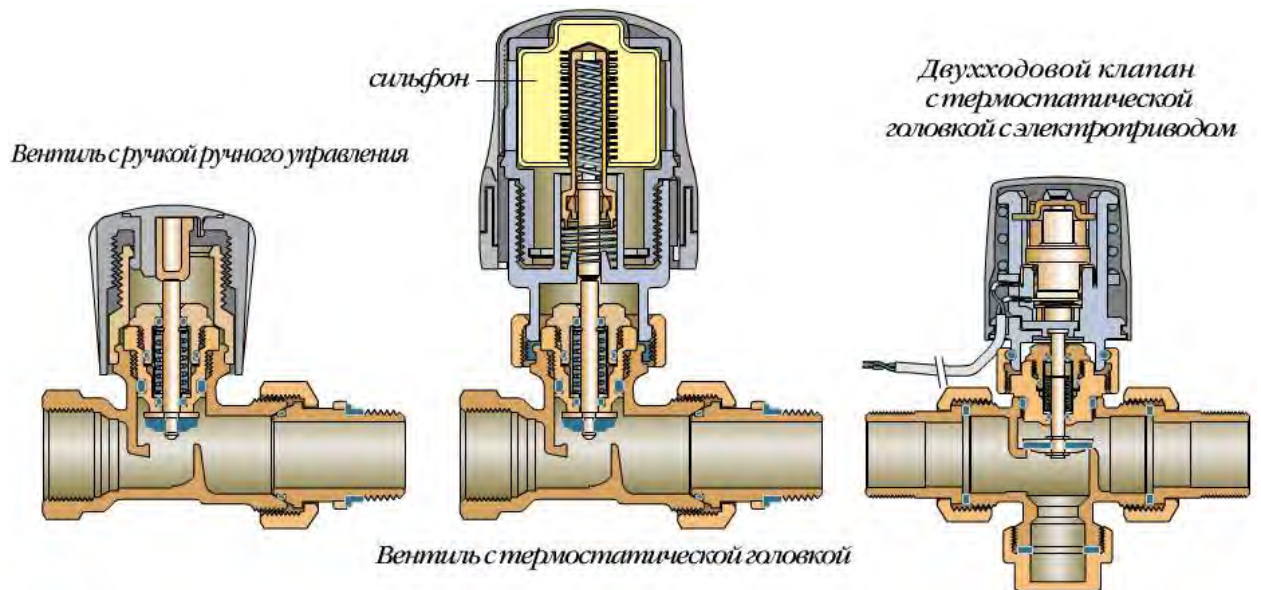


Рис. 3.8 - Вентили



Рис. 3.9 – Термостатический клапан

В термостатический элемент установлен небольшой гофрированный цилиндр, заполняемый жидким или газообразным компонентом, реагирующим на малейшее изменение температуры воздуха. В некоторых моделях, в



качестве термостата, используется металлическая пластина изготовленная из теплопроводного материала, но наиболее точными считаются терморегуляторы для радиаторов отопления с газовым наполнением сиффона.

Система регулировки температуры может быть механической или электронной. Регуляторы температуры для батарей отопления с электронной настройкой оснащаются небольшим дисплеем для отображения информации о введенной программе.

### Балансировочные клапаны

Балансировочные клапаны - это дросселирующие устройства, предназначенные для монтажной регулировки системы водяного отопления с целью обеспечения в ней расчетного распределения потока теплоносителя (рис. 3.10). Они осуществляют гидравлическую балансировку отопительной системы, регулируют расход теплоносителя, измеряют перепады давления и температуру теплоносителя, а также выполняют функцию задвижки. В некоторые модели балансировочных клапанов встроено устройство для дренажа отопительной системы при сливе теплоносителя.

Балансировочный клапан представляет собой дросселирующую шайбу переменного сечения. В центре клапана находится шаровой кран с проходным отверстием. Одна из сторон отверстия образована торцом регулирующего винта, позволяющего регулировать сечение потока. На внешнюю сторону винта нанесена шкала предварительной настройки. Внутри шарового крана имеется регулировочный шток со шкалой, показывающей установленную

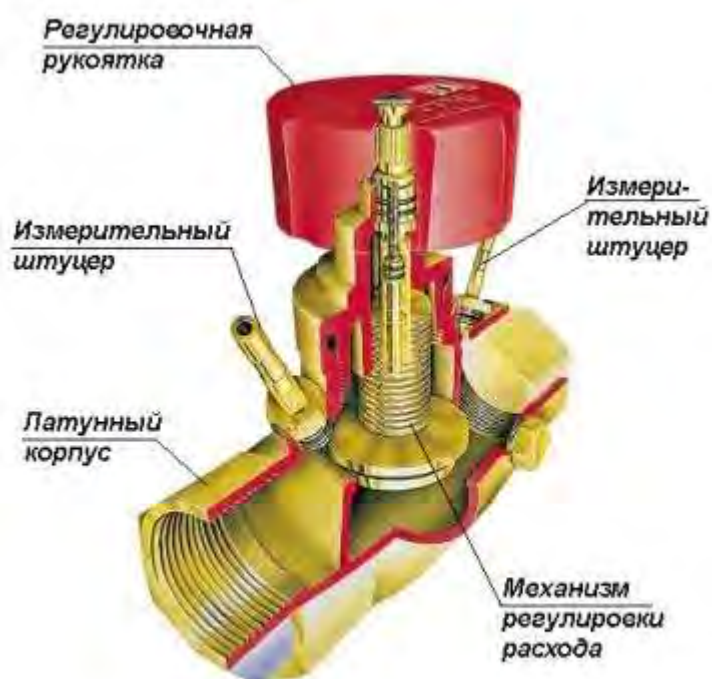


Рис. 3.10 - Балансировочный клапан

настройку. Положение регулировочного штока относительно шарового крана не зависит от положения последнего. Таким образом, настройка отопительной системы при помощи балансировочных клапанов осуществляется независимо оттого, закрыт или открыт шаровой кран. Измерение температуры и расхода теплоносителя происходит при помощи специального измерительного патрубка с щупом, вводимым непосредственно в поток теплоносителя.

Балансировочные клапаны выпускают с муфтовым резьбовым, фланцевым, сварным и комбинированным соединением. В отличие от термостата, балансировочный клапан может быть установлен в любом положении, однако нижнее расположение измерительного входа более удобно в эксплуатации. Поток через клапан должен идти в направлении, указанном на его корпусе.

## ОБРАТНЫЕ КЛАПАНЫ

Невзирая на различия в конструкции, большинство изделий снабжается одной ключевой деталью – пружиной. Она является исполнительным механизмом, закрывающим затвор при

изменении нормальных условий, в этом и заключается принцип работы обратного клапана. Усилие, затрачиваемое на преодоление упругости пружины, определяет величину гидравлического сопротивления механизма. Для схем с различными рабочими параметрами подбираются изделия, имеющие соответственную упругость и массивность пружины.

На что же воздействует пружина? Ее задача – удерживать запирающее устройство закрытым, это его нормальное состояние. Тогда поток жидкости, протекающий с одной стороны, может преодолеть силу упругости пружины, открыть препятствие и уйти дальше по трубе. Попытка потока изменить направление и течь в другую сторону ни к чему не приведет – запорное устройство захлопнется, опираясь на прилив в корпусе. В этом месте имеется уплотнительный элемент, делающий обратный клапан в системе отопления полностью герметичным.

Запорная арматура, предназначенная для работы в отопительных схемах, выполняется из таких материалов:

серый чугун;

сталь;

латунь;

нержавеющая сталь.

Виды клапанов

В зависимости от исполнения запирающего устройства существуют следующие виды обратных клапанов:

тарельчатые;

гравитационные (лепестковые);

шаровые;

двустворчатые.

Тарельчатые устройства перекрывают проходное сечение с помощью диска, входящего в седло с уплотнителем. Изнутри диск прикреплен к штоку, свободно движущемуся во втулке. На нем между тарельчатым элементом и корпусом находится пружина цилиндрической или конической формы, надежно прижимающая диск к седлу.

Затворы с диском в качестве запирающего элемента производятся двух типов: проточный и подъемный. В клапане с прямым протоком жидкости диск закрывает одно из входных отверстий, а во время открывания теплоноситель движется без изменения направления. Изделие часто применяется в системах отопления и ГВС, его назначение – предотвращение паразитных потоков в схемах с несколькими котлами. Конструкция изделия показана на рисунке:

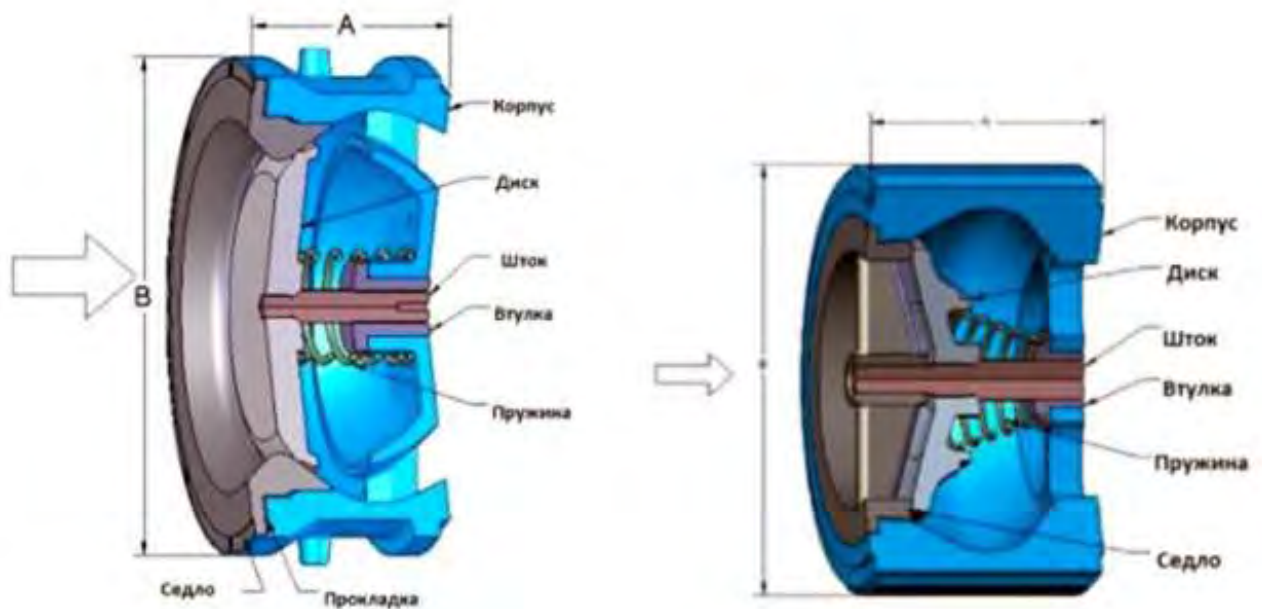


Рис. 3.11 - Обратный клапан

В подъемных устройствах затвор расположен внутри арматуры и находится в горизонтальном положении. Поток жидкости подпират «тарелку» с пружиной снизу, поднимает ее и

устремляется вверх. После преодоления препятствия вода снова поворачивает и продолжает путь в прежнем направлении. Такие клапаны, как правило, задействованы в обвязке котлов средней или большой мощности и редко устанавливаются в частных домах.

### **3.4 Пример теплотехнического расчета ограждений и определения мощности системы отопления жилого здания**

#### **1. Краткая характеристика объекта проектирования и района строительства.**

Объектом проектирования является коттедж , план первого , мансардного этажа и подвала представлены рис.3.12 Район строительства N-ая область.

#### **2. Климатологические данные района строительства (параметры Б и коэффициент обеспеченности 0,92):**

- средняя температура наиболее холодной пятидневки  $t_H = -26$  °С;
  - средняя температура отопительного периода  $t_{cp.от.} = -2,4$  °С;
  - продолжительность отопительного периода  $Z = 198$  суток;
  - расчетная скорость ветра  $V = 5,3$  м/с;
- зона влажности по климатической карте -нормальная.

#### **3. Расчетные параметры внутреннего воздуха**

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Таблица 3.1

Наименование отапливаемого помещения	Расчетная температура $t_B$ , °С
Жилая комната	20
Кухня	19
Санузел	19
Ванная комната	24



**Спецификация**

№пом	Наименование	S, м <sup>2</sup>	№пом	Наименование	S, м <sup>2</sup>
101	Спальня	13,45	201	Кладовая	4,3
102	Спальня	11,5	202	Спальня	15,54
103	Спальня	11,5	203	Спальня	15,54
104	Спальня	13,45	204	Кладовая	4,3
105	Банная	2,5	205	Кладовая	4,3
106	Санузел	1,44	206	Холл	8,44
107	Кладовая	2,38	207	Кладовая	5,78
108	Кладовая	2,38	208	Кладовая	5,78
109	Банная	2,5	209	Холл	8,44
110	Санузел	1,44	210	Кладовая	4,3
111	Тамбур	2	301	Кладовая	7,53
112	Кухня	12,5	302	Кладовая	16,51
113	Общая комната	15,8	303	Кладовая	16,51
114	Общая комната	15,8	304	Кладовая	7,53
115	Холл	12,5	305	Помещение для хранения	5,95
116	Тамбур	2	306	Помещение для хранения	5,95

Рис. 3.12 -План первого , мансардного этажа и подвала

## Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

### Наружная стена (рис.3.13).

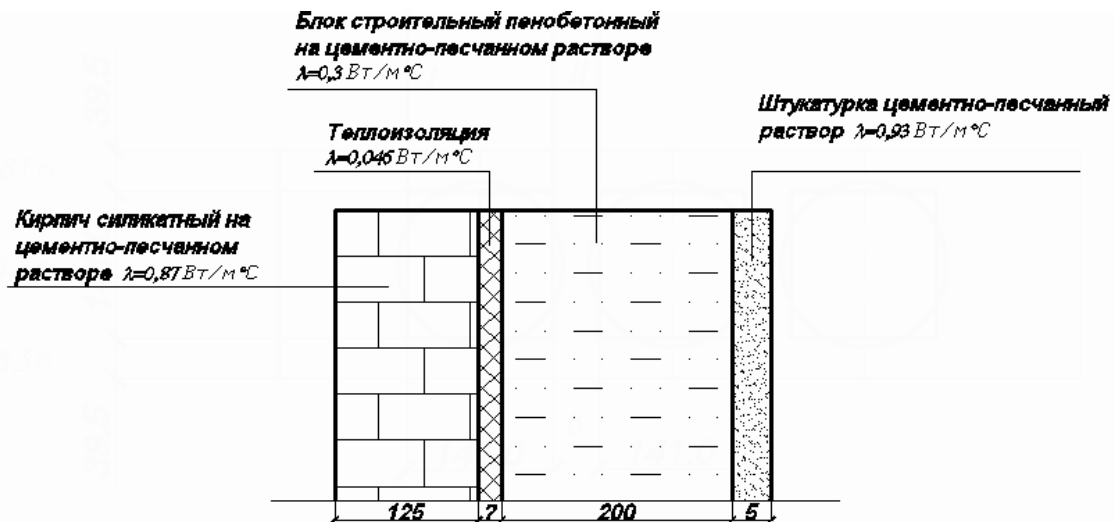


Рис.3.13 - Схема конструкции наружной стены

Рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{TP}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ), исходя из санитарно-гигиенических условий для наружных стен

$$R_0^{\text{mp}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (3.2)$$

где  $n = 1$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

$t_{\text{в}} = 22$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{н}} = t_{\text{н}}^{592} = -26$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Delta t_{\text{н}} = 4$  – нормативный температурный перепад между температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{\text{в}} = 8,7$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;



$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (20 - (-26))}{4 \cdot 8,7} = 1,32 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}.$$

Рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче стен  $R_{*}^{tp}$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$ ), в зависимости от величины градусосуток отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_B - t_{cp.от.}) \cdot z, \quad (3.3)$$

где  $t_{cp.от.} = -2,4$  – средняя температура отопительного периода,  $^\circ C$ ;

$Z = 198$  – продолжительность отопительного периода, сут.

$$ГСОП = (20 - (-2,4)) \cdot 198 = 4435,2$$

$$R_{*}^{tp}(4000) = 2,8 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C / Bm \text{),}$$

$$R_{*}^{tp}(6000) = 3,5 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C / Bm \text{),}$$

$$R^{mp} = \frac{3,5 - 2,8}{2000} \cdot 4435,2 + 2,8 = 2,95 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Определяем необходимую толщину изоляционного слоя:

$$\delta_{из.} = (R_{mp} \cdot \frac{1}{r} - (\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + R_{вп})) \cdot \lambda_{из.}, \quad (3.4)$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$ ;

$r$  – коэффициент теплотехнической неоднородности ограждающих конструкций;

$\delta_i$ ,  $\delta_{из}$  – толщина соответственно конструктивных слоев ограждения и т/и слоя, м;

$\lambda_i$ ,  $\lambda_{из}$  – коэффициенты теплопроводности соответственно конструктивных слоев ограждения и т/и слоя,  $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$  ;

$R_{в.п.}$  – сопротивление замкнутой воздушной прослойки,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$

В качестве утеплителя принимаем стекловату URSA с плотностью  $\rho=85 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициенты теплопроводности конструктивных слоев по условиям эксплуатации Б (исходя из зоны влажности и нормального влажностного режима помещения):

$$\lambda_4=0,93 \text{ Вт/м}^\circ\text{С};$$

$$\lambda_{из}=0,046 \text{ Вт/м}^\circ\text{С};$$

$$\lambda_2=0,87 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}.$$

$$\lambda_1=0,3 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}.$$

Определим необходимую толщину изоляции, учитывая, что коэффициент теплотехнической неоднородности для стен  $\gamma=0,7$

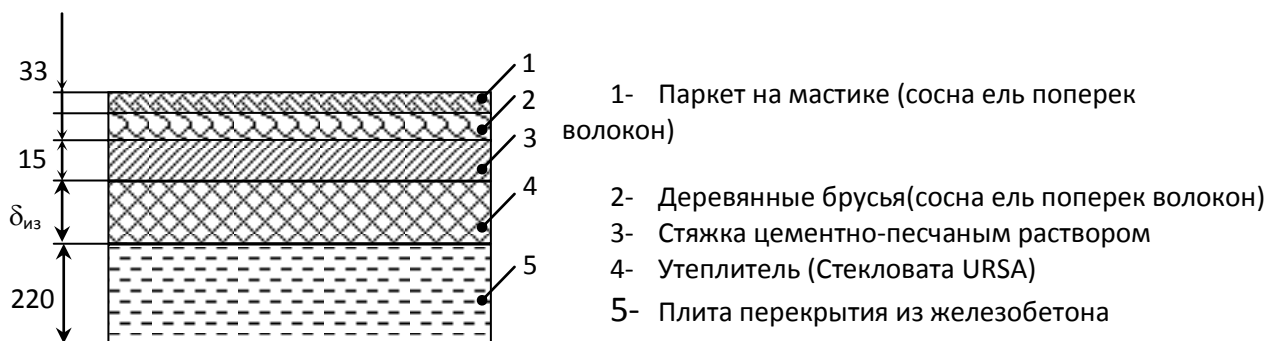
$$\delta_{из.} = (2,95 \cdot \frac{1}{0,7} - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,125}{0,87} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{1}{23})) \cdot 0,046 = 0,149 \text{ м},$$

$$R_{\phi} = (\frac{1}{8,7} + \frac{0,125}{0,87} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,15}{0,046} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{1}{23}) \cdot 0,7 = 2,96 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}},$$

$$\Delta R_{см.} = \frac{R_{мп.} - R_{\phi}}{R_{мп.}} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

$$\Delta R_{см.} = \frac{2,95 - 2,96}{2,96} \cdot 100 = 0,4\%.$$

Перекрытие над неотапливаем подвалом без световых проёмов



(рис. 3.14).

Рис. 3.14 Схема перекрытия над подвалом

Определим приведенное термическое сопротивление пустотной плиты (рис. 3.15).

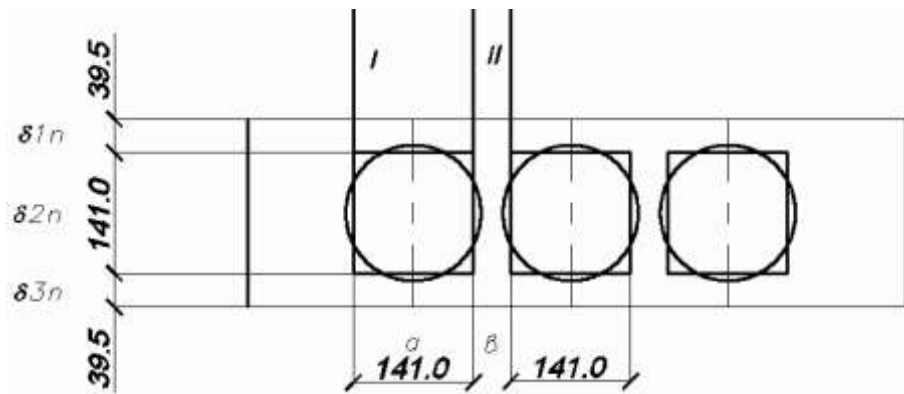
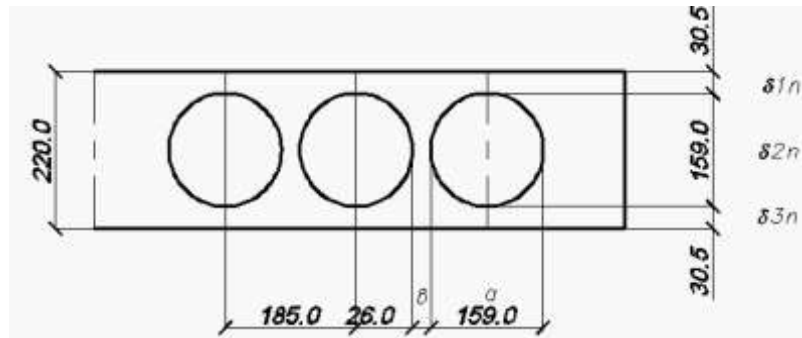


Рис.3.15 - Расчетная схема пустотной железобетонной плиты

а) диаметр пустот 159мм

$$a_{пр.} = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}, м$$

$$a_{пр.} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 0,159^2}{4}} = 0,141 м \quad \text{сторона} \quad \text{приведённого}$$

квадрата

Определим приведенное термическое сопротивление  $R_a$

$$R_I = \frac{\delta_{1n}}{\lambda_1} + R_{\text{в.н.}} + \frac{\delta_{3n}}{\lambda_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (3.6)$$

$$R_I = \frac{0,0395 \cdot 2}{2,04} + 0,19 = 0,229 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{II} = \frac{\delta_{1n} + \delta_{2n} + \delta_{3n}}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (3.7)$$

$$R_{II} = \frac{0,22}{2,04} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_a = \frac{\frac{F_1 + F_2}{\frac{F_1}{R_I} + \frac{F_2}{R_{II}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (3.8)$$

$$R_a = \frac{\frac{0,141 \cdot 1 + 0,044 \cdot 1}{\frac{0,141 \cdot 1}{0,229} + \frac{0,044 \cdot 1}{0,11}}}{0,229 + 0,11} = 0,182 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Определим  $R_{\text{б}}$

$$R_{1n} = \frac{\delta_{1n}}{\lambda} = \frac{0,0395}{2,04} = 0,019 = R_{3n} \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{2n} = \frac{\frac{F_1 + F_2}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2}}}{\frac{0,141 \cdot 1 + 0,044 \cdot 1}{\frac{0,141 \cdot 1}{0,19} + \frac{0,044 \cdot 1 \cdot 2,04}{0,141}}} = 0,134 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{\text{б}} = R_{1n} + R_{2n} + R_{3n} = 0,019 \cdot 2 + 0,134 = 0,172 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$R_a > R_{\text{б}}$  на 3,5%, что допустимо

$$R_{\text{неп.}} = \frac{R_a + 2 \cdot R_{\text{б}}}{3}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{\text{пер.}} = \frac{0,182 + 2 \cdot 0,172}{3} = 0,175 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (3.9)$$

$$\lambda_{1,2} = 0,18 \text{ Вт/м}^\circ\text{C};$$

$$\lambda_3 = 0,93 \text{ Вт/ м}^\circ\text{C};$$

$$\lambda_{\text{из}} = 0,046 \text{ Вт/м}^\circ\text{C};$$

$$\lambda_5 = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{C};$$

$$(\Delta t^{\text{H}} = 2^\circ\text{C}; n = 0,6; \alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{°C}; \alpha_{\text{H}} = 6 \text{ Вт/м}^2\text{°C}).$$

$$R^{\text{мп}} = \frac{4,6 - 3,7}{2000} \cdot 435,2 + 3,7 = 3,9 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$\delta_{\text{из.}} = (3,9 - (\frac{1}{8,7} + \frac{1}{6} + \frac{0,008}{0,18} + \frac{0,025}{0,18} + \frac{0,015}{0,93} + 0,175)) \cdot 0,046 = 0,149 \text{ м},$$

принимаем 0,15 м

$$R_{\phi} = (\frac{1}{8,7} + \frac{0,008}{0,18} + \frac{0,025}{0,18} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,15}{0,046} + \frac{1}{6}) = 3,85 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$\Delta R_{\text{см.}} = \frac{3,9 - 3,85}{3,85} \cdot 100 = 1,2\%.$$

### Полы на грунте (рис. 3.16).

$$R_{*}^{\text{TP}}(4000) = 4,2 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R_{*}^{\text{TP}}(6000) = 5,2 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R^{\text{мп}} = \frac{5,2 - 4,2}{2000} \cdot 435,2 + 4,2 = 4,4 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$$

Сопротивление теплопередаче полов, расположенных на грунте, считаем по зонам.

Сопротивление теплопередаче утепленного пола на лагах для каждой зоны определяем по формуле:

$$R_n = 1,18 \cdot \left( R_{н.п.} + \sum \left( \frac{\delta_{у.с.}}{\lambda_{у.с.}} \right) \right) \quad (3.10)$$

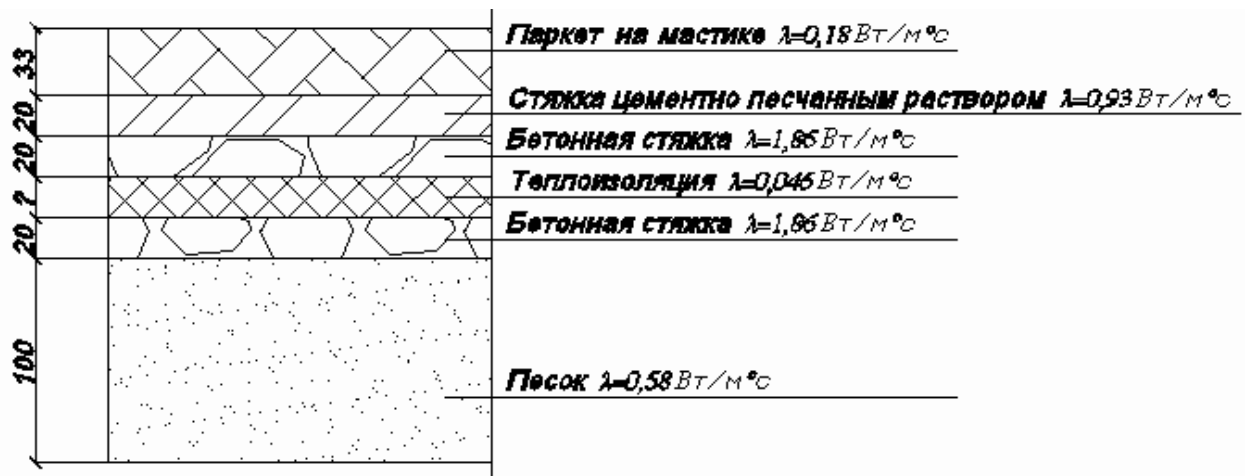


Рис. 3.16 - Расчетная схема конструкции полов на грунте

где  $R_{н.п.}$  – сопротивление теплопередаче неутепленного пола на грунте ( $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ ), для зон:

$$R_{н.п.}^I = 2,1 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$$R_{н.п.}^{II} = 4,3 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$$R_{н.п.}^{III} = 8,6 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$$R_{н.п.}^{IV} = 14,1 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$\sum \left( \frac{\delta_{у.с.}}{\lambda_{у.с.}} \right)$  - толщина и теплопроводность материала каждого утепляющего слоя.

I-я зона, изоляцию не принимаем

$$R_n^I = 1,18 \cdot \left( 2,1 + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,02}{1,86} \cdot 2 + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,033}{0,18} \right) = 2,94 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

II-я зона, изоляцию не принимаем

$$R_n^{II} = 1,18 \cdot \left( 4,3 + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,02}{1,86} \cdot 2 + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,033}{0,18} \right) = 5,54 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

**Определим термическое сопротивление стен и пола подвала(рис. 3.17).**

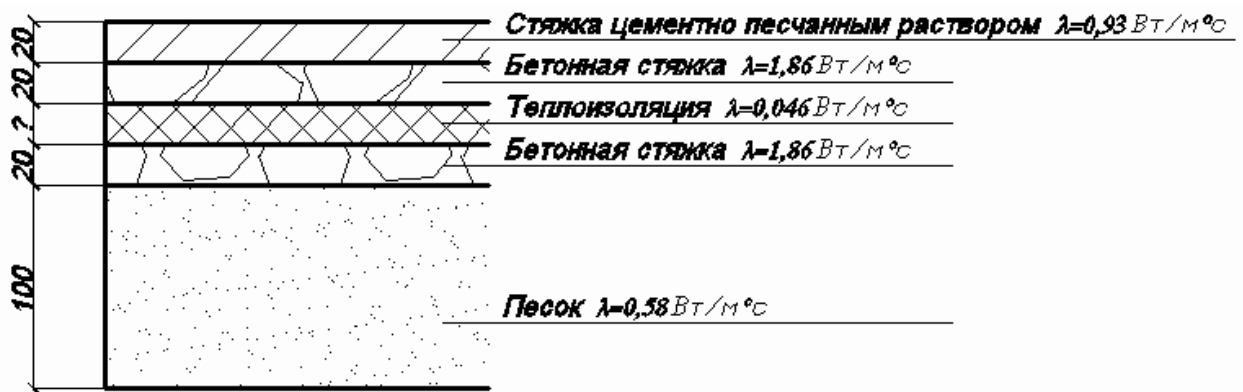


Рис.3.17. Расчетная схема конструкции полов подвала

Стены изготовлены из бетонных блоков типа ФБС размеры  $400*400*600$   $\lambda_{ст}=1,86 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С}$

Сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций подвала определяем по зонам.

$$R_{п} = 1,18 \cdot \left( R_{н.п.} + \sum \left( \frac{\delta_{y.c.}}{\lambda_{y.c.}} \right) \right),$$

где  $R_{н.п.}$  – сопротивление теплопередаче неутепленного пола на грунте ( $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С}$ ), для зон:

$$R_{н.п.}^I = 2,1 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$$R_{н.п.}^{II} = 4,3 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$$R_{н.п.}^{III} = 8,6 \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

$\sum \left( \frac{\delta_{у.с.}}{\lambda_{у.с.}} \right)$  - толщина и теплопроводность материала каждого утепляющего слоя.

I-я зона

$$R_{ст}^I = 1,18 \cdot \left( 2,1 + \frac{0,4}{1,86} \right) = 2,73 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

II-я зона,

$$R_{ст}^{II} = 1,18 \cdot \left( 4,3 + \frac{0,4}{1,86} \right) = 5,33 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

$$R_{пол}^{II} = 1,18 \cdot \left( 4,3 + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,02}{1,86} \cdot 2 + \frac{0,02}{0,93} \right) = 5,32 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

III-я зона,

$$R_{пол}^{III} = 1,18 \cdot \left( 8,6 + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,02}{1,86} \cdot 2 + \frac{0,02}{0,93} \right) = 10,4 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

**Температуру воздуха в подвале (в неотапливаемом помещении) определим по формуле:**

$$t_x = \frac{\sum (KA)_{вн} \cdot t_{в} + \sum (KA)_{нар} \cdot t_{н}}{\sum (KA)_{вн} + \sum (KA)_{нар}}, \quad (3.11)$$

где  $(KA)_{вн}$ ,  $(KA)_{нар}$  – произведение коэффициента теплопередачи на площадь соответственно внутреннего и наружного ограждения.

Определим коэффициенты теплопередачи и площади по зонам:



I-я зона:

$$K_{cm}^H = \frac{1}{R_{cm}^H} = \frac{1}{2,73} = 0,37 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$A_{1ст} = 77,12 \text{ м}^2$$

II-я зона:

$$K_{cm}^H = \frac{1}{R_{cm}^H} = \frac{1}{5,33} = 0,19 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$A_{2ст} = 26,96 \text{ м}^2$$

$$K_{пол}^H = \frac{1}{R_{пол}^H} = \frac{1}{5,32} = 0,19 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$A_{2пол} = 50,124 \text{ м}^2$$

III-я зона:

$$K_{пол}^H = \frac{1}{R_{пол}^H} = \frac{1}{10,4} = 0,096 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$A_{3пол} = 40,56 \text{ м}^2$$

Определим коэффициенты теплопередачи внутренней ограждающей конструкции (перекрытие над подвалом)

$$K_{пер}^{вн} = \frac{1}{R_{пер}^{вн}} = \frac{1}{3,85} = 0,26 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Температура в подвале:

$$t_x = \frac{0,26 \cdot 77,65 \cdot 20 + (0,37 \cdot 77,12 + 0,19 \cdot 26,96 + 0,19 \cdot 50,124 + 0,096 \cdot 40,56) \cdot (-26)}{0,26 \cdot 77,65 + 0,37 \cdot 77,12 + 0,19 \cdot 26,96 + 0,19 \cdot 50,124 + 0,096 \cdot 40,56} = -12,2 \text{ °C}$$

### **Наружная дверь.**

Термическое сопротивление наружной двери определяется по формуле:

$$R = 0,6 \cdot R_{\text{ст}}^{\text{TP}}, \quad (3.12)$$

где  $R_{\text{ст}}^{\text{TP}}$  - требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены, исходя из санитарно-гигиенических условий

Следовательно:

$$R_{\text{дв}} = 0,6 \cdot 1,32 = 0,8 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

**Окна.**

$$R_{*}^{\text{TP}}(4000) = 0,45 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R_{*}^{\text{TP}}(6000) = 0,6 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R^{\text{mp}*} = \frac{0,6 - 0,45}{2000} \cdot 831,2 + 0,45 = 0,51 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$$

К установке принимаем однокамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием,  $R_{\text{ок}} = 0,51 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

**Кровля**

Перекрытие над мансардой (рис.9):

$$(n=1, \lambda_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт/м}^2\text{°C}; \lambda_{\text{н}}=12 \text{ Вт/м}^2\text{°C}).$$

$$\text{ГСОП}=4435,2$$

$$R_{*}^{\text{TP}}(4000) = 3,7 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R_{*}^{\text{TP}}(6000) = 4,6 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R^{\text{mp}*} = \frac{4,6 - 3,7}{2000} \cdot 435,2 + 3,7 = 3,89 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$$

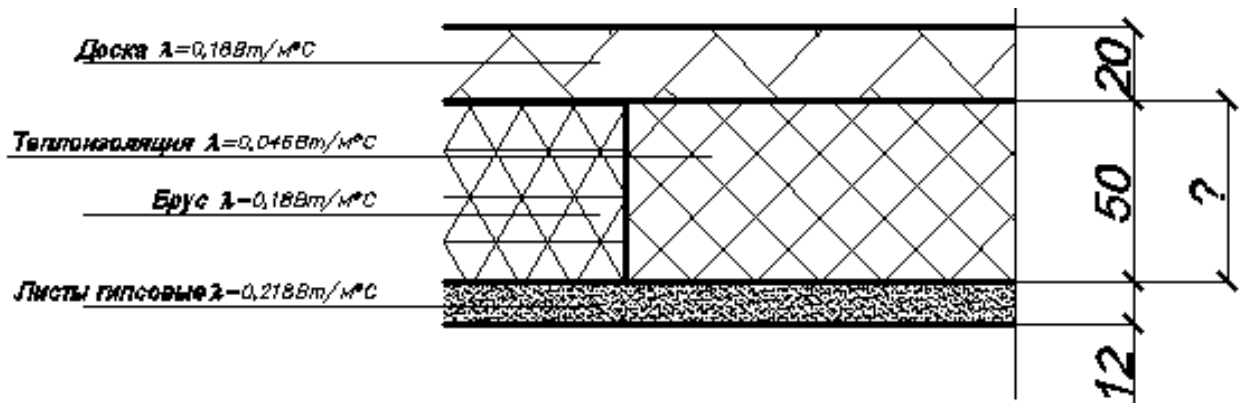


Рис. 3.18 Расчетная схема перекрытия над мансардой

$$\lambda_1=0,18 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

$$\lambda_2=0,18 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

$$\lambda_3 = 0,218 \text{ Вт/м}$$

$$\lambda_{\text{из.}}=0,046 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

$$\delta_{\text{из}} = \left[ R_{\text{тр}} \cdot \frac{1}{r} - \left[ \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right] \right] \cdot \lambda_{\text{из}},$$

$$\delta_{\text{из}} = \left[ 3,89 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{12} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,05}{0,18} + \frac{0,012}{0,218} \right) \right] \cdot 0,046 = 0,149 \text{ м.}$$

Принимаем  $\delta_{\text{из}}=0,15 \text{ м}$ , следовательно:

$$R_{\phi} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{12} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,05}{0,18} + \frac{0,012}{0,218} + \frac{0,15}{0,046} \right) = 3,9 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

$$\Delta R_{\text{ст.}} = \frac{3,9 - 3,88}{3,89} \cdot 100 = 0,2\%.$$

**Температуру воздуха над мансардой определим по формуле (4.1).**

Рассчитаем коэффициенты теплопередачи ограждений

1. Сопротивление теплопередаче перекрытия над мансардой:

$$R_{\phi} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{12} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,05}{0,18} + \frac{0,012}{0,218} + \frac{0,15}{0,046} \right) = 3,9 \text{ м}^2\text{°C/Вт.}$$

$$K_{\text{пер}} = \frac{1}{R_{\text{пер}}} = \frac{1}{3,9} = 0,26$$

2. Сопротивление теплопередаче кровли:

Кровля состоит:

А) обрешетка 20 мм

Б) брус 50 мм

В) Рубероид 1 мм

$$R_{\text{кр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{12} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,05}{0,18} + \frac{0,005}{0,17} = 0,61 \text{ м}^2\text{°C/Вт,}$$

$$K_{\text{кр}} = \frac{1}{R_{\text{кр}}} = \frac{1}{0,61} = 1,64 \text{ Вт/м}^2\text{°C.}$$

Итак, температура в чердачном помещении:

$$t_x = \frac{0,26 \cdot 144 \cdot 20 + 1,64 \cdot 72 \cdot (-26)}{0,26 \cdot 144 + 1,64 \cdot 72} = -15^{\circ}\text{C}$$

**Температуру воздуха на веранде (в неотапливаемом помещении) определим по формуле (3.1).**

Рассчитаем коэффициенты теплопередачи ограждений веранды.

1. Сопротивление теплопередаче внутренней стены:

$$R_{\phi} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,125}{0,87} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,15}{0,046} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,7 = 2,96 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}},$$

2. Сопротивление теплопередаче наружной стены (наружные стены веранды проектируем без изоляции):

$$R_n^H = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,125}{0,87} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,005}{0,93} = 0,97 \text{ м}^2\text{°C/Вт},$$

$$K_{cm}^H = \frac{1}{R_{cm}^H} = \frac{1}{0,97} = 1,03 \text{ Вт/м}^2\text{·°C}.$$

3. Коэффициент теплопередачи окна (приведенный)

$$K_{ок} = \frac{1}{R_{ок}} - \frac{1}{R_{cm}} = \frac{1}{0,51} - \frac{1}{0,97} = 0,93 \text{ Вт/м}^2\text{·°C}.$$

4. Сопротивление пола (I зоны) без изоляции

$$R_{пол}^I = 1,18 \cdot \left( 2,1 + \frac{0,1}{0,58} + \frac{0,02}{1,86} \cdot 2 + \frac{0,02}{0,93} \right) = 2,73 \text{ Вт/м}^2\text{·°C}.$$

$$K_{пол}^I = \frac{1}{R_{пол}^I} = \frac{1}{2,73} = 0,37$$

Итак, температура на веранде:

$$t_x = \frac{0,34 \cdot (3,26 \cdot 3) \cdot 20 + [0,97 \cdot (2,56 \cdot 3 + 3,26 \cdot 3 + 2,56 \cdot 3) + 0,37 \cdot (2,56 \cdot 3,26) + 0,93 \cdot (4,7 \cdot 1,65 + 2,1 \cdot 1,3) + 1,25 \cdot (1,1 \cdot 2)] \cdot (-26)}{0,34 \cdot (3,26 \cdot 3) + 0,97 \cdot (2,56 \cdot 3 + 3,26 \cdot 3 + 2,56 \cdot 3) + 0,37 \cdot (2,56 \cdot 3,26) + 0,93 \cdot (4,7 \cdot 1,65 + 2,1 \cdot 1,3) + 1,25 \cdot (1,1 \cdot 2)} =$$

$$= \frac{66,5 + (24,4 + 2,75 + 9,6 + 2,75) \cdot (-26)}{42,8} = -22,4 \text{ °C}$$

## Определение тепловой мощности системы отопления

### Помещение №101.

А) Определим размеры ограждающих конструкций:

$$НС_1 = 2,94 \times 3 = 8,82 \text{ м}^2;$$

$$НС_2 = 3,55 \times 3 = 10,65 \text{ м}^2;$$

$$OC = 1,6 \times 2,8 = 4,48 \text{ м}^2;$$

$$ПЛ (\text{зона №1}) = 12,25 \text{ м}^2.$$

$$ПЛ(\text{зона №2}) = 1,2 \text{ м}^2.$$

Б) Расчетная разность температур

$$(t_B - t_H) = (22+26) = 48^\circ\text{C}$$

В) Коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций:

НС<sub>1</sub>:

$$K_{cm1} = \frac{1}{2,96} = 0,34 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}},$$

Ориентация С,  $\beta=0,15$ .

НС<sub>2</sub>:

$$K_{cm2} = \frac{1}{2,96} = 0,34 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}},$$

Ориентация З,  $\beta=0,15$ .

ОС:

$$K_{ок} = \frac{1}{R_{ок}^{\phi}} - \frac{1}{R_{cm}^{\phi}}, \quad (3.13)$$

$$K_{ок} = \frac{1}{0,51} - \frac{1}{2,96} = 1,62 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ориентация С,  $\beta=0,15$

ПЛ(по зонам):

Зона №1

$$K_{пл} = \frac{1}{2,94} = 0,34 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Зона №2

$$K_{пл} = \frac{1}{5,54} = 0,18 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Г) Определим теплопотери теплопередачей:

$$Q_{нс1} = \frac{1}{R} \cdot A \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n,$$

$$Q_{нс1} = \frac{1}{2,96} \cdot 8,82 \cdot (22 - (-26)) \cdot (1 + 0,15) \cdot 1 = 170 Вт.$$

$$Q_{нс2} = \frac{1}{2,96} \cdot 10,65 \cdot (22 - (-26)) \cdot (1 + 0,15) \cdot 1 = 200 Вт.$$

$$Q_{ос} = \left( \frac{1}{R_{\phi}^{ок}} - \frac{1}{R_{\phi}^{ст}} \right) \cdot A \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n,$$

$$Q_{ос} = 1,62 \cdot 4,48 \cdot (22 - (-26)) \cdot (1 + 0,15) \cdot 1 = 410 Вт.$$

Зона №1

$$Q_{пл} = 0,34 \cdot 12,25 \cdot (22 - (-26)) \cdot (1 + 0) \cdot 0,35 = 70 Вт,$$

Зона №2

$$Q_{пл} = 0,18 \cdot 1,2 \cdot (22 - (-26)) \cdot (1 + 0) \cdot 0,35 = 10 Вт$$

$$Q_0 = Q_{нс1} + Q_{нс2} + Q_{ос} + Q_{пл} \quad (3.14)$$

$$Q_0 = 10 + 70 + 410 + 210 + 170 = 870 Вт$$

Д) Бытовые тепловыделения:

$$Q_{быт.} = 10 \cdot A_{пл}, \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{быт.}} = 10 \cdot (12,25 + 1,2) \approx 140 \text{ Вт}.$$

Е) Расход теплоты на нормативный теплообмен:

$$Q_{\text{инф.}}^H = 0,28 \cdot 3 \cdot L_H \cdot \rho_H \cdot c \cdot (t_B - t_H), \quad (3.16)$$

где  $L_H$  – расход удаленного воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , не компенсируемый подогретым потоком, для жилых помещений  $L_H = 3A_{\text{п}}$ ,

где 3 – удельный нормативный расход,  $\text{м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади пола помещения;

$A_{\text{п}}$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;

$\rho_H$  – плотность наружного воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , определяется по формуле:

$$\rho_H = \frac{353}{273 + t_H}$$

$c$  – удельная теплоемкость воздуха равная  $1 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ } ^\circ\text{С}$ .

$$\rho_H = \frac{353}{273 + (-26)} = 1,43 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_B = \frac{353}{273 + t_B},$$

$$\rho_B = \frac{353}{273 + 20} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\rho_{+5} = \frac{353}{273 + 5} = 1,27 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$Q_{\text{инф.}}^H = 0,28 \cdot 3 \cdot 13,45 \cdot 1,43 \cdot 1 \cdot (22 - (-26)) \approx 790 \text{ Вт}$$

Ж) Определяем условно-постоянное давление в здании:



$$P_{\text{int.}} = 0,5 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_H - \rho_B) + 0,25 \cdot V^2 \cdot \rho_H \cdot (c_H - c_3) \cdot \kappa', \quad (3.17)$$

$$P_{\text{int.}} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 7,98 \cdot (1,43 - 1,2) + 0,25 \cdot 5,3^2 \cdot 1,43 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,4 = 6,75 \text{ Па}$$

3) Расчётный перепад давления на уровне верха окна:

$$\Delta P_i = (H - h_i) \cdot g \cdot (\rho_H - \rho_{+5}) + 0,5 \cdot V^2 \cdot \rho_H \cdot (c_H - c_3) \cdot \kappa' - P_i, \quad (3.18)$$

$$\Delta P_i = (7,98 - 3,2) \cdot 9,81 \cdot (1,43 - 1,27) + 0,5 \cdot 5,3^2 \cdot 1,43 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,4 - 15,73 = 7,5 + 11,2 - 15,73 = 8,6 \text{ Па}$$

И) Определим величины требуемого сопротивления воздухопроницанию для окон:

$$Ru_1^{mp.} = \frac{1}{G_H} \cdot \left( \frac{\Delta P_i}{\Delta P_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (3.19)$$

$$Ru_1^{mp.} = \frac{1}{6} \cdot \left( \frac{8,6}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,15 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

К) Определим величину фактического сопротивления воздухопроницанию:

для однокамерного стеклопакета из стекла с твёрдым селективным покрытием

$$Ru_2^{mp.} = 0,16 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

Л) Определим расходы воздуха через ограждающие конструкции:

$$G = \frac{1}{G_H} \cdot \sum A_i \cdot \left( \frac{\Delta P_i}{\Delta P_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (3.20)$$

$$G = \frac{1}{6} \cdot 4,48 \cdot \left(\frac{8,6}{10}\right)^{0,67} = 0,67 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

М) Расход тепла на инфильтрацию при отсутствии вентиляции определяется по:

$$Q_{\text{инф.}}^{\phi} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (3.21)$$

$$Q_{\text{инф.}}^{\phi} = 0,28 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot (22 - (-26)) = 9 \text{ Вт}.$$

Н) В качестве расчетного расхода тепла на инфильтрацию принимаем  $Q_{\text{инф}}^{\text{н}} = 770 \text{ Вт}$ , тогда общие потери тепла помещением определяется:

$$Q = Q_0 + Q_{\text{инф.}} - Q_{\text{быт.}}, \quad (3.22)$$

$$Q = 860 + 790 - 140 = 1510 \text{ Вт}.$$

Дальнейший расчет производится аналогично и сводится в табл.3.2.

## Ведомость расчета теплотерь

Таблица 3.2

№ помещения	температура внутреннего воздуха	наименование	ориентация В	ориентация	размер а	размер b	площадь А	температура наружного воздуха	коэф.п	коэф.К	теплотери теплопередачей	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101	22	НС1	с	0,15	2,94	3	8,82	-26	1	0,34	170	8
	22	НС2	з	0,15	3,55	3	10,65	-26	1	0,34	200	
	22	ОС	с	0,15	1,6	2,8	4,48	-26	1	1,62	410	
	22	ПЛ зона1		0			12,25	-26	0,35	0,34	70	
	22	ПЛ зона2		0			1,2	-26	0,35	0,18	10	
102												
103	20	НС1	с	0,1	2,69	3	8,07	-26	1	0,34	140	5
	20	ОС	с	0,1	1,6	2,8	4,48	-26	1	1,62	370	
	20	ПЛ зона1					6,7	-26	0,35	0,34	40	
	20	ПЛ зона2					4,8	-26	0,35	0,18	20	
104	22	НС1	с	0,15	2,94	3	8,82	-26	1	0,34	170	8
	22	НС2	з	0,15	3,55	3	10,65	-26	1	0,34	200	
	22	ОС	с	0,15	1,6	2,8	4,48	-26	1	1,62	410	
	22	ПЛ зона1		0			12,25	-26	0,35	0,34	70	
	22	ПЛ зона2		0			1,2	-26	0,35	0,18	10	
105(ван ная)	25	НС1	в	0,1	1,4	3	4,2	-26	1	0,34	90	17
	25	ОС	в	0,1	0,4	1,6	0,64	-26	1	1,62	60	

	25	ПЛ зона1					2,5	-26	0,35	0,34	20	
											0	
											0	
											0	
106(сану зел)	18	Всван.		0	1,8	3	5,4	25	1	5,6	220	
	18	ПЛ зона1		0	0,8	1,8	1,44	-26	0,35	0,34	10	23
107												
108	18				1,7	1,4	2,38	-26	0,35	0,34	20	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
109												
	25	НС1	з	0,05	1,4	3	4,2	-26	1	0,34	80	
	25	ОС	з	0,05	0,4	1,6	0,64	-26	1	1,62	60	
	25	ПЛ зона1					2,5	-26	0,35	0,34	20	10
											0	
											0	
											0	
110(сану зел)	18	Всван.		0	1,8	3	5,4	25	1	5,6	220	
	18	ПЛ зона1		0	0,8	1,8	1,44	-26	0,35	0,34	10	23





## Библиографический список

1. СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология»
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
4. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»
5. ГОСТ 23166-99 Межгосударственный стандарт. Блоки оконные. Общие технические условия.
6. СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия»
7. СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения»
8. СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87\* Административные и бытовые здания»
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Отопление [Текст]: справочник проектировщика / под редакцией И.Г. Старовойтова. В 3 ч. Ч. I. 4-е изд. М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
10. Андреевский, А.К. Отопление [Текст] / А.К. Андреевский; под.ред. М.И. Курпана. Мн.: Вышш. шк., 1982. 364 с.
11. Строительный каталог СК8 «Инженерное оборудование зданий и сооружений». М.: СантехНИИпроект, 1996. 50 с.
12. Рекомендации по применению и расчету регулирующих клапанов в автоматизированных системах отопления, горячего водоснабжения и вентиляции жилых и общественных зданий / Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР. М.: ЦНИИЭП, 1987. 36 с.
13. Энергосберегающее оборудование. Кострома, 1998. 19 с.
14. Автоматизация систем теплоснабжения с помощью регуляторов фирмы «Данфосс». Москва, 2013. 169 с.

## Приложение 1

## Индивидуальные задания

Таблица П1.1.

№ варианта (планировки)	№ планировки	Район строительства	Ориентация фасада	Этажность	Высота этажа	Основной материал ограждающих конструкций	Характеристика объекта
1		2	3	4	5	6	7
1	1	Владимир	Ю	12	2,5	Железобетон	Подвал, совмещенная кровля
2	2	Белгород					
3	3	Брянск					
4	4	Астрахань	С	9	2,7		
5	5	Вологда					
6	6	Воронеж					
7	7	Самара	В	7	3	Керамзитобетон	Техническое подполье, чердак
8	8	Кострома					
9	9	Курск					
10	10	Липецк	3	5	2,7		
11	11	Орел					
12	12	Рязань					

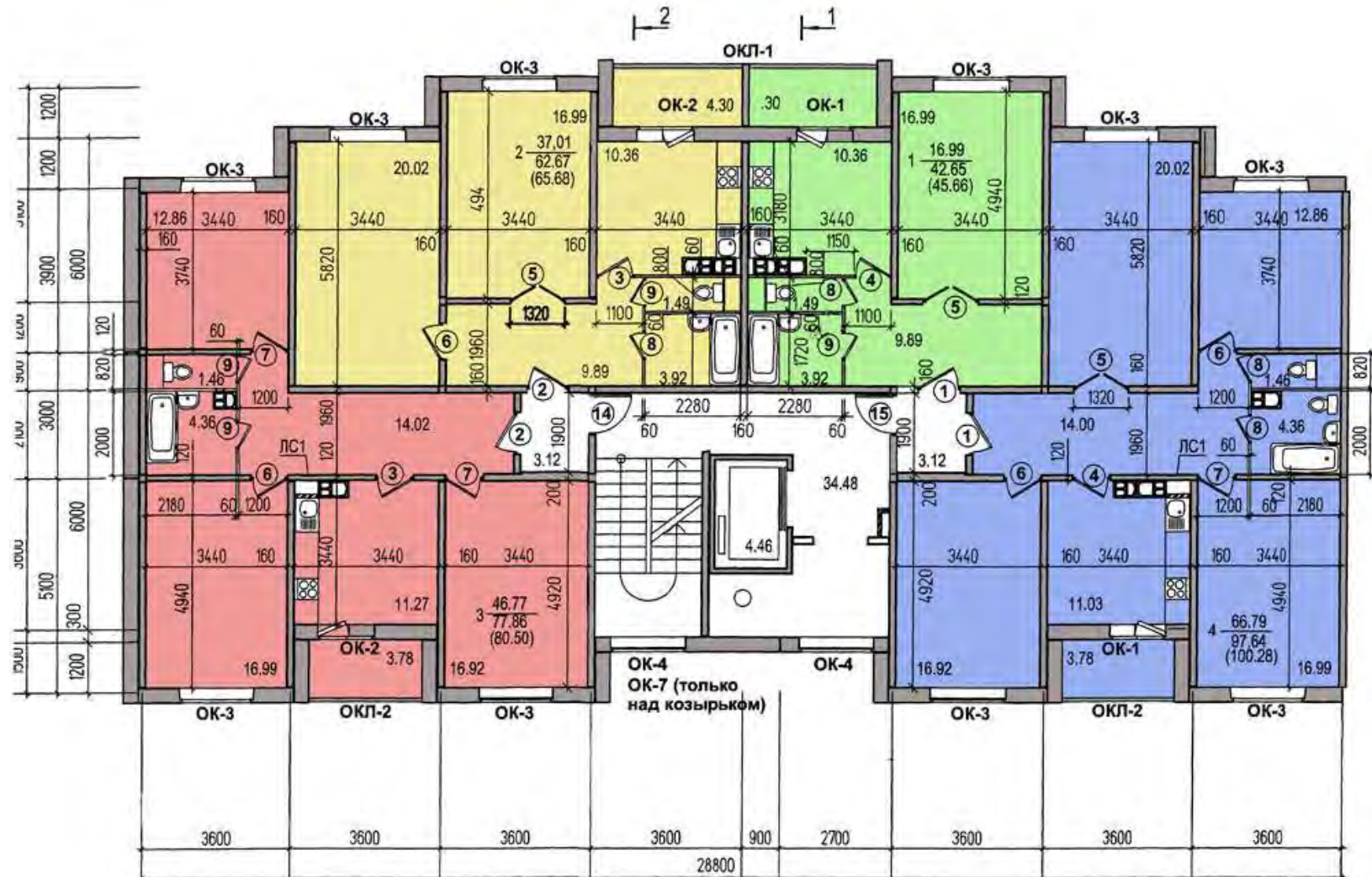


продолжение табл.П1.1.

1	2	3	4	5	6	7	8
13	13	Псков	ЮВ	5	3	Глиняный обыкновенный кирпич	См. план
14	14	Тамбов					
15	15	Тула					
16	16	Ярославль					
17	17	Иваново	ЮЗ	7	2,5		
18	18	Полтава					
19	9	Новгород					
20	19	Владимир	Ю	См. план	См. план	Блоки газосиликатные	См. план
21	20	Белгород					
22	21	Брянск					
23	22	Астрахань	С	См. план	См. план		
24	23	Вологда					
25	24	Воронеж					
26	25	Самара	В	См. план	См. план		
27	26	Кострома					

продолжение приложения 1

Планировка №1



продолжение приложения 1

## Планировка №2





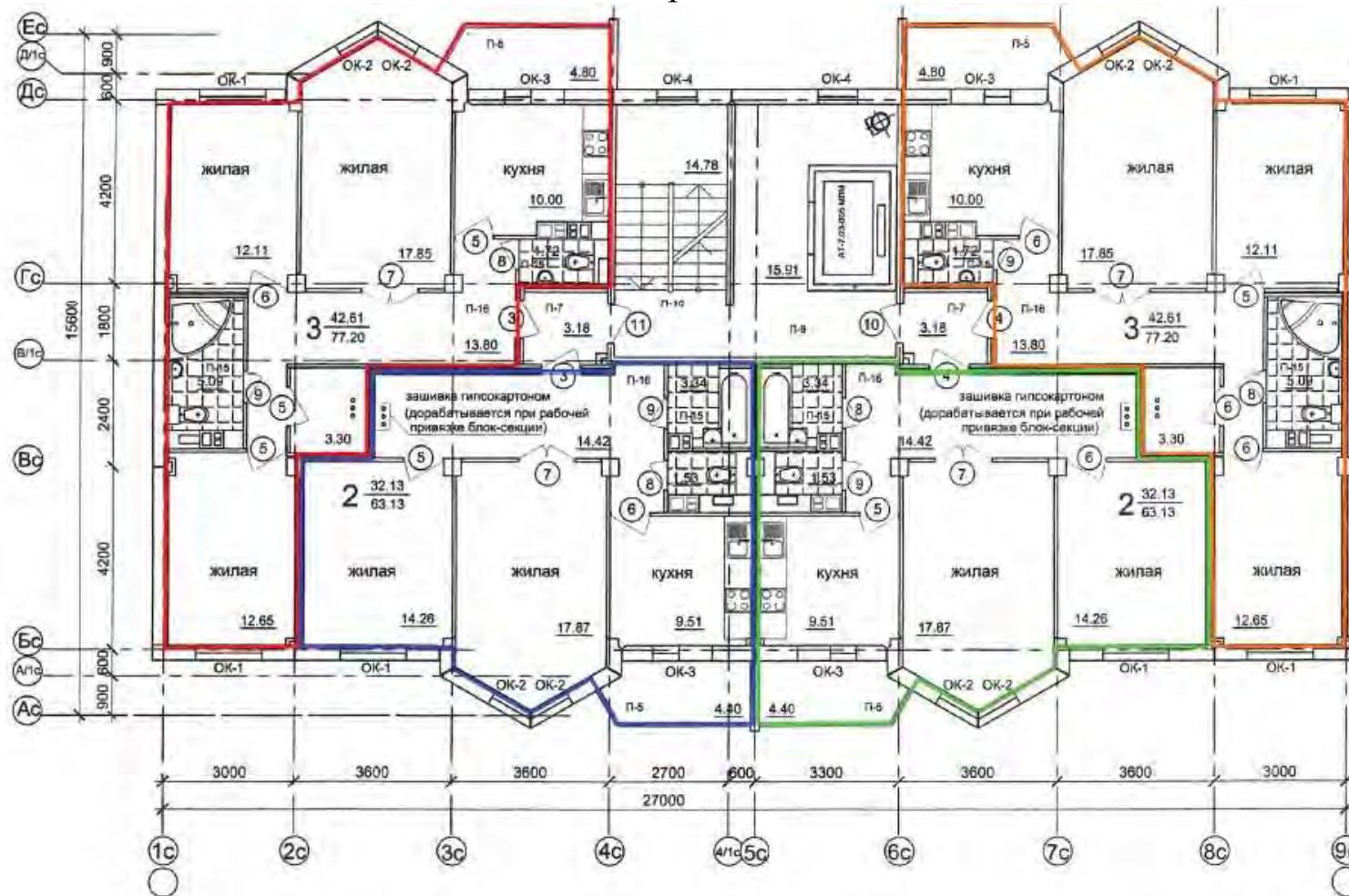
продолжение приложения 1

## Планировка №3



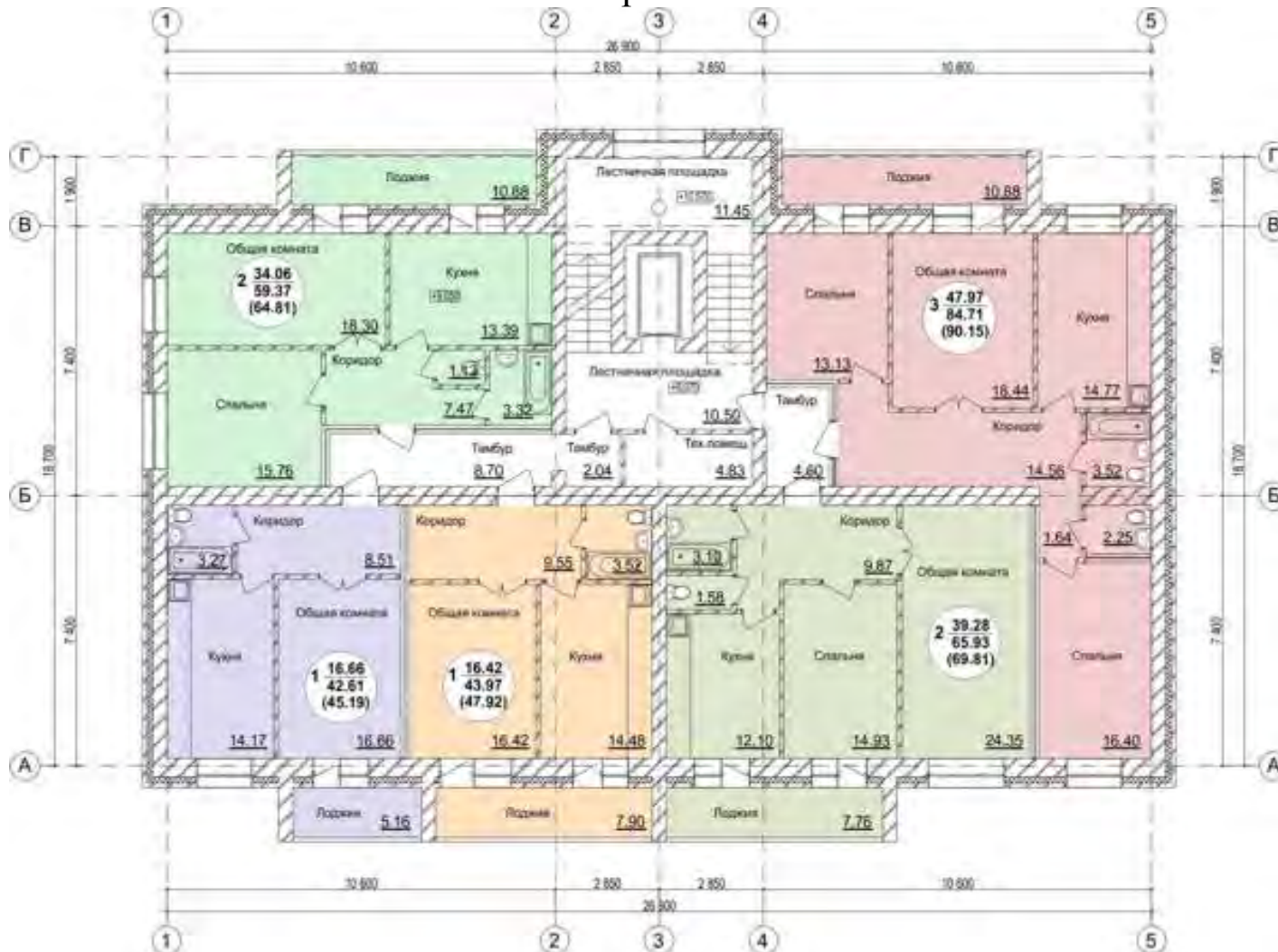
продолжение приложения 1

Планировка №4



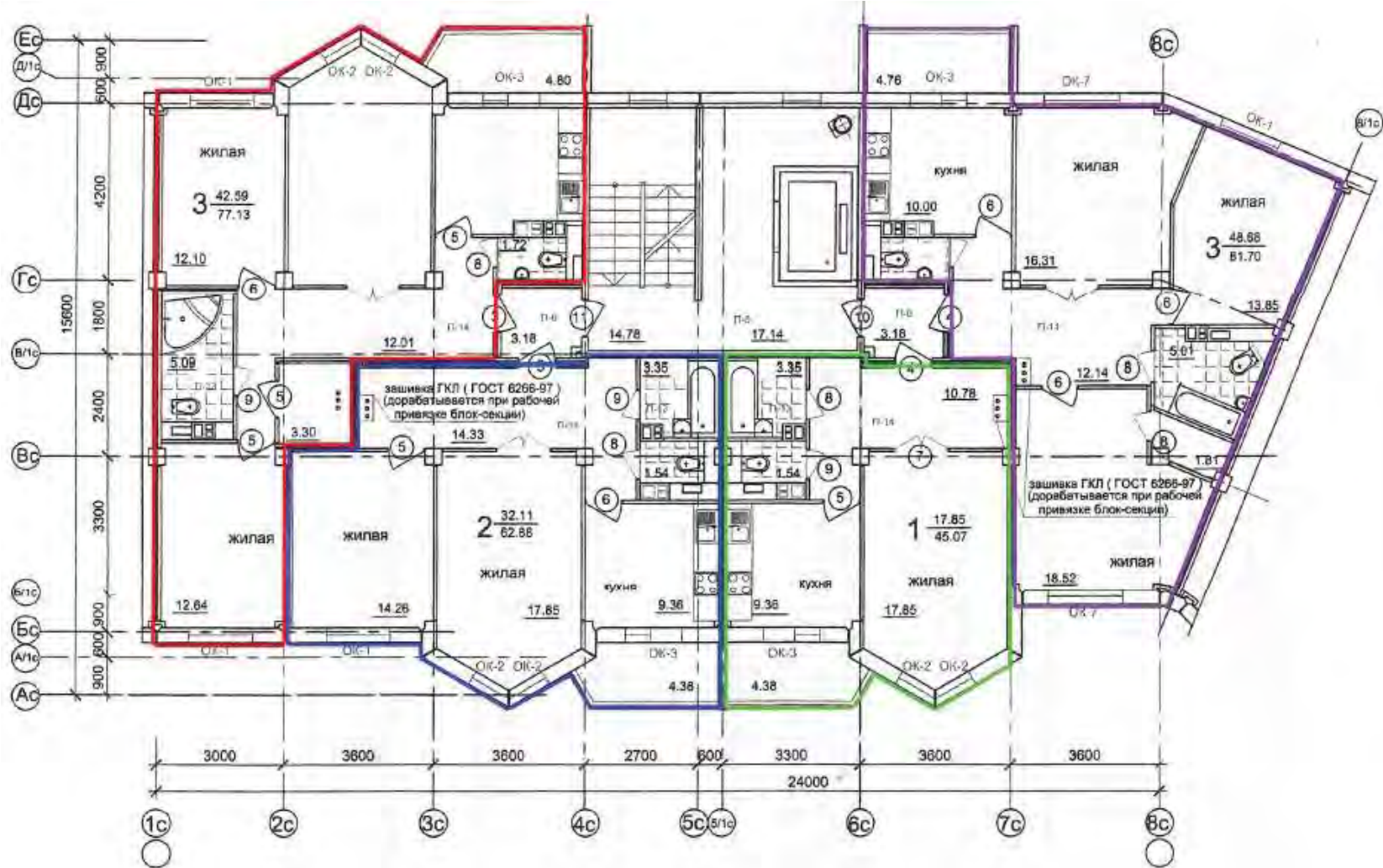
продолжение приложения 1

## Планировка №5

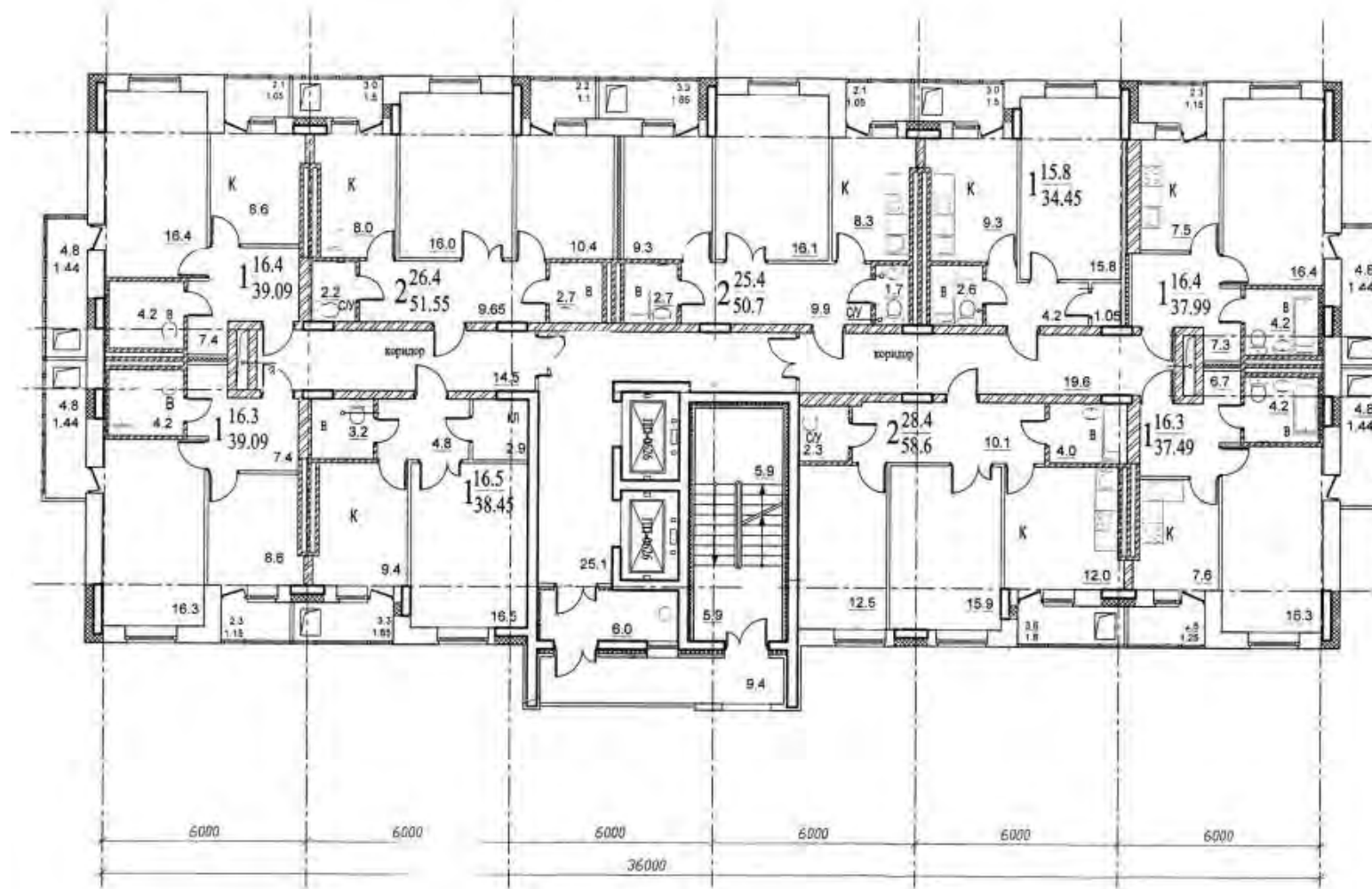




## Планировка №6

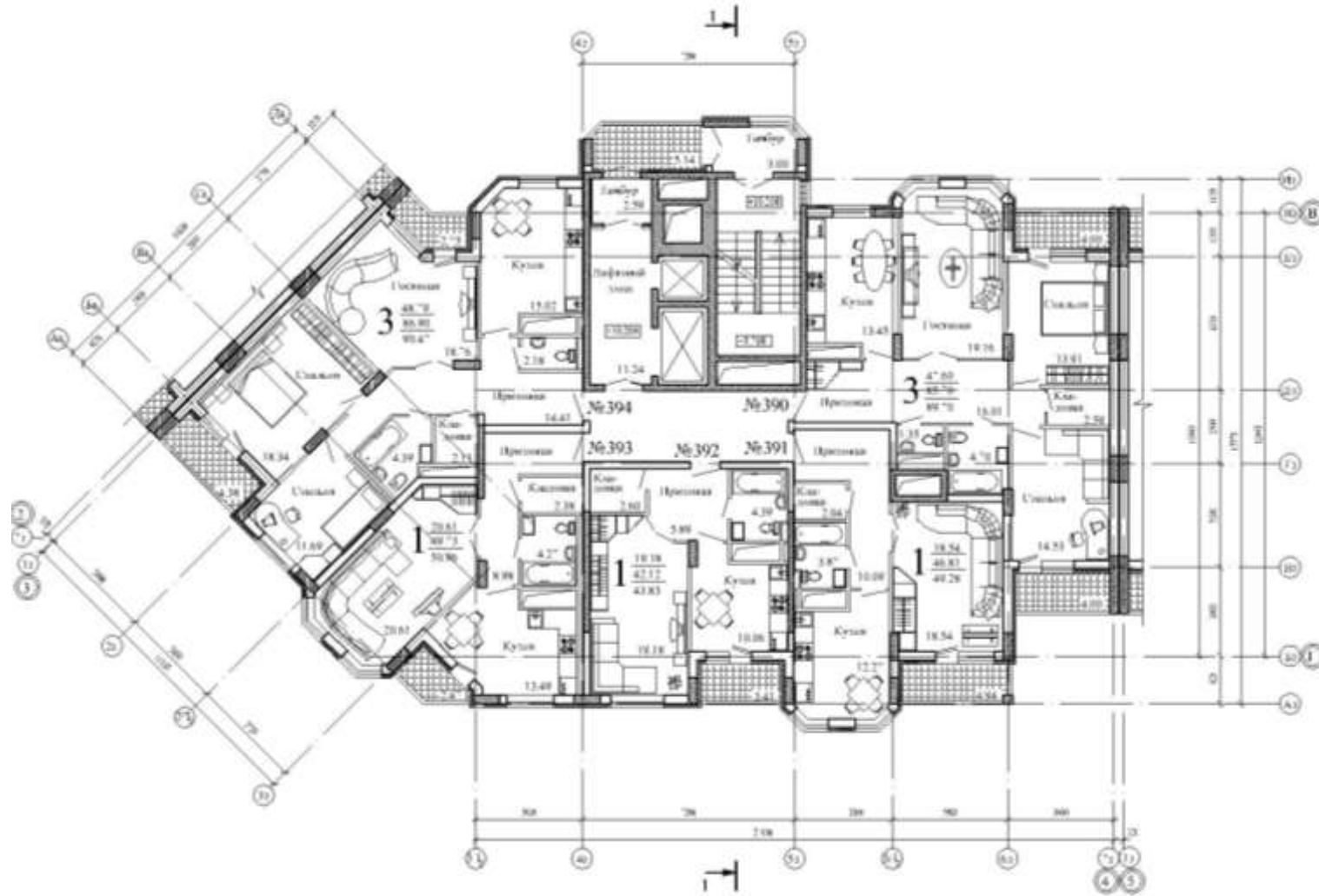


## Планировка №7

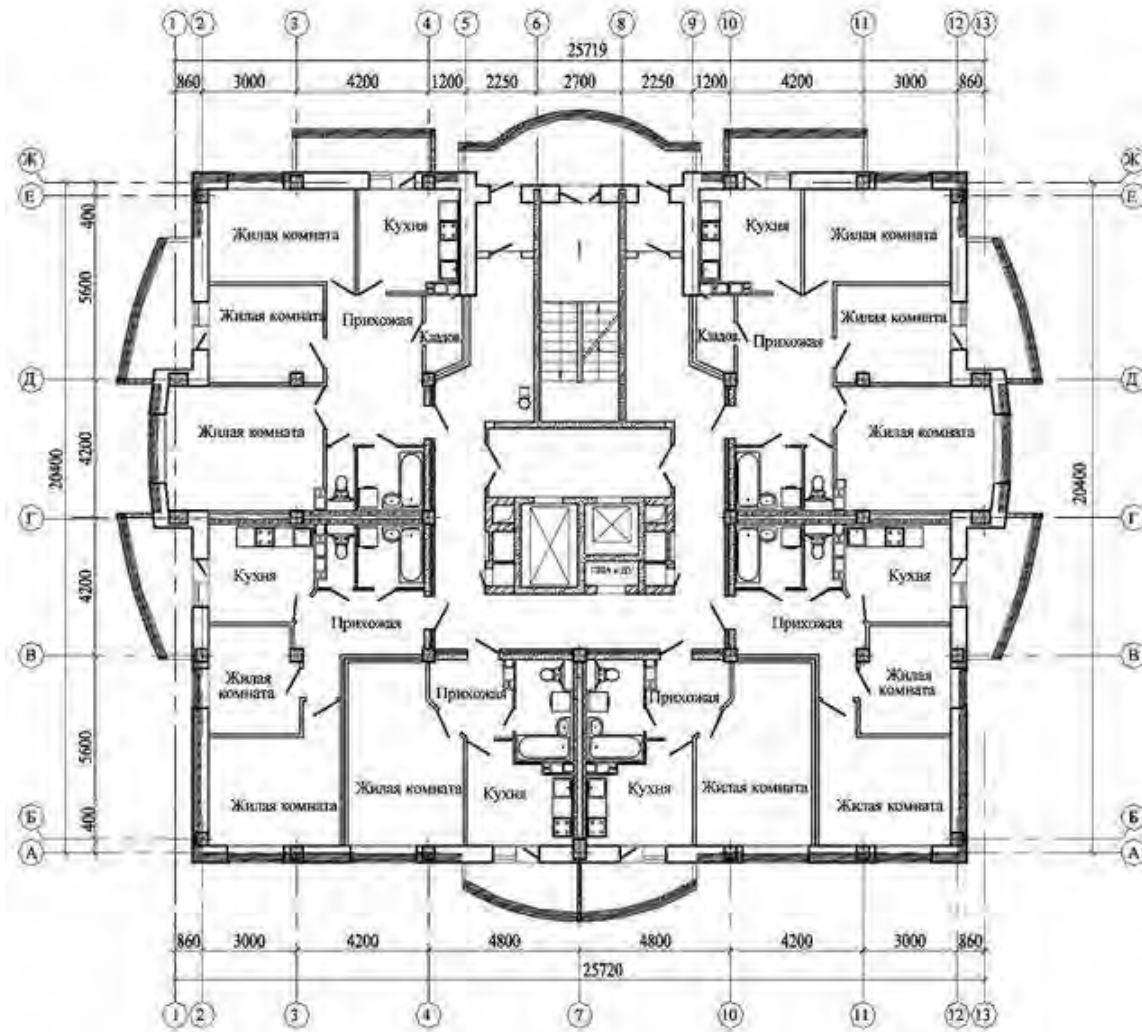




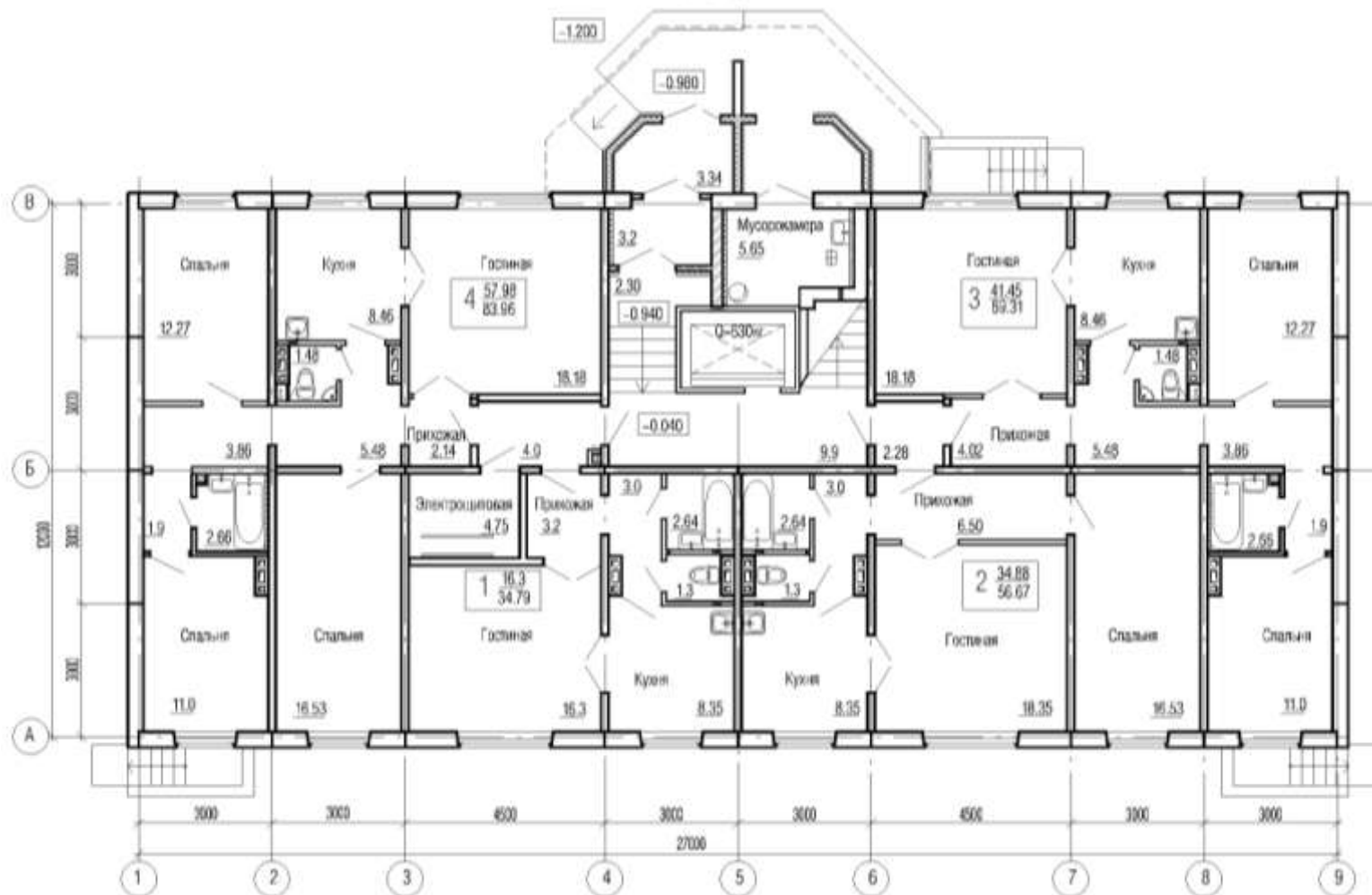
## Планировка №8



Планировка №9



## Планировка №10





продолжение приложения 1

Планировка №12





## Планировка №13



продолжение приложения 1

Планировка №14







## Планировка №16

План типового этажа



## Планировка №17

План типового этажа

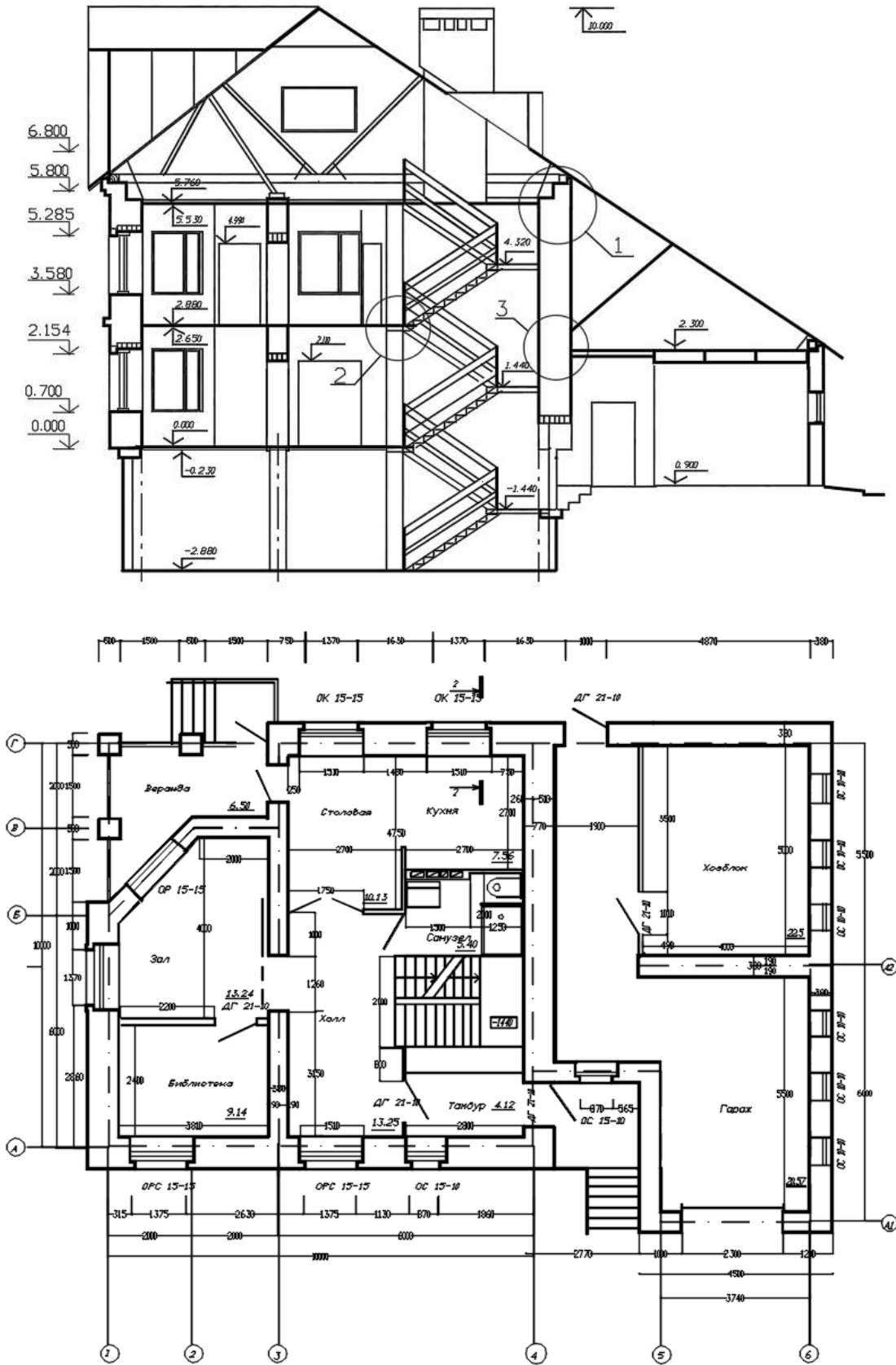


## Планировка №18

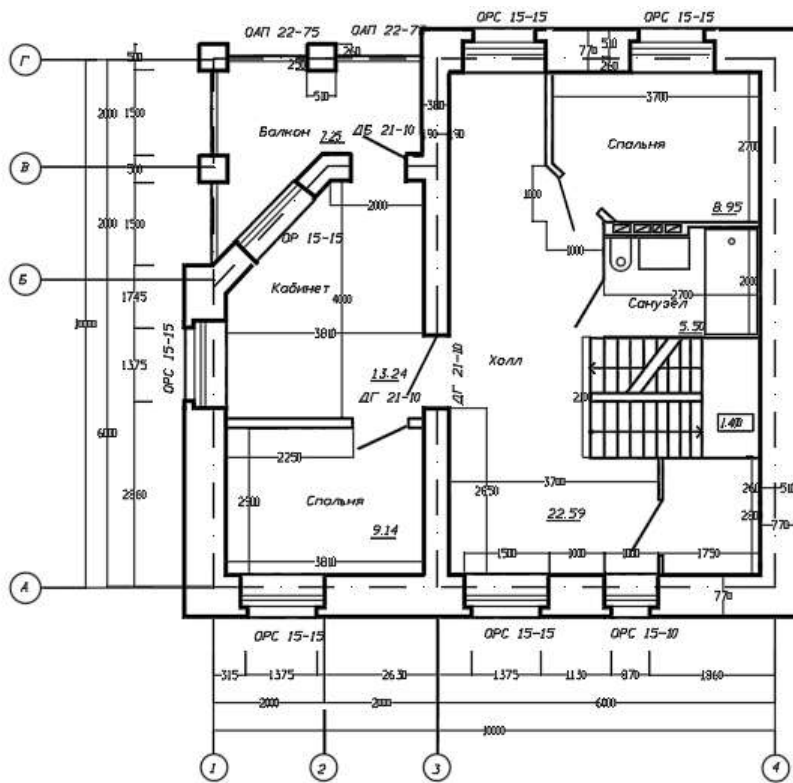
План типового этажа



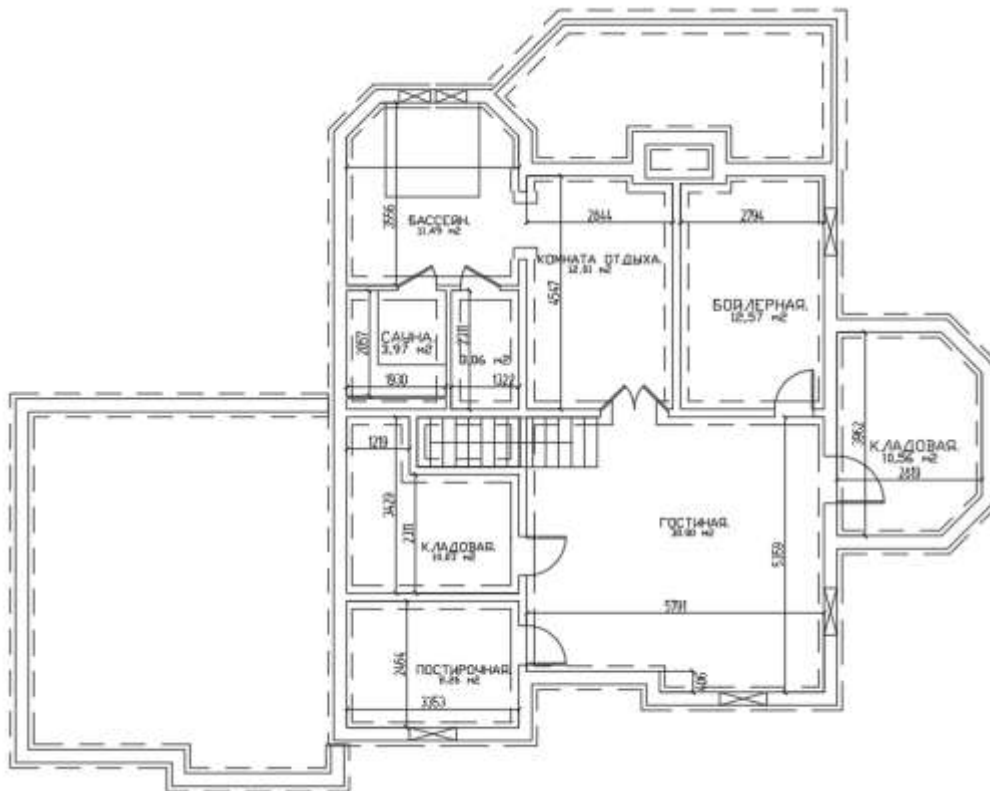
продолжение приложения 1  
Планировка №19

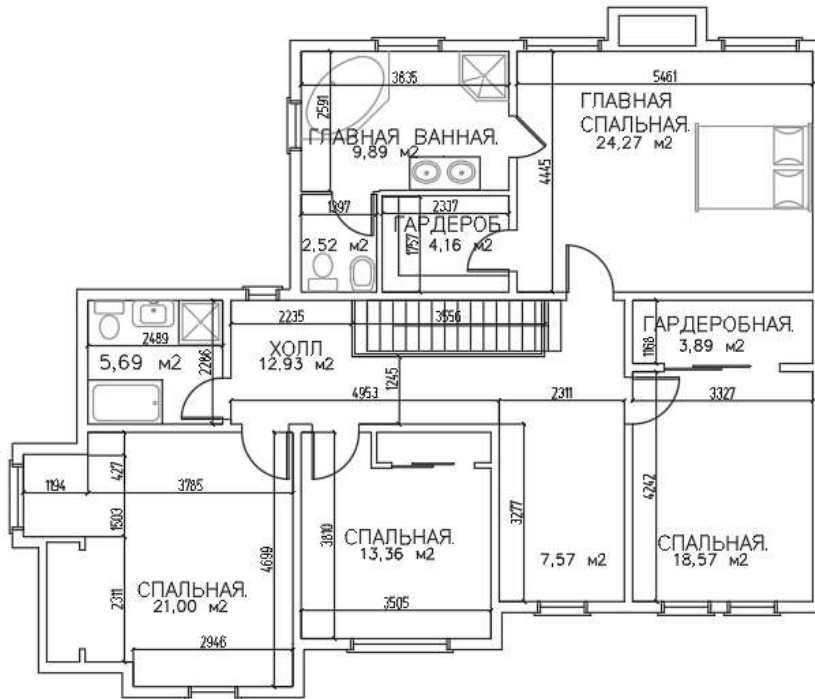


продолжение приложения 1

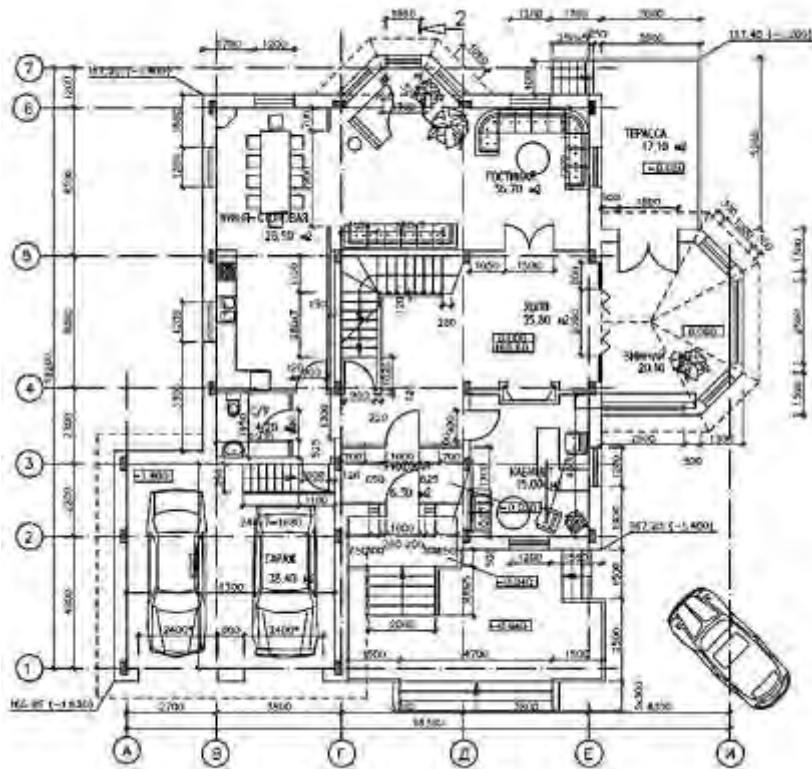


Планировка №20



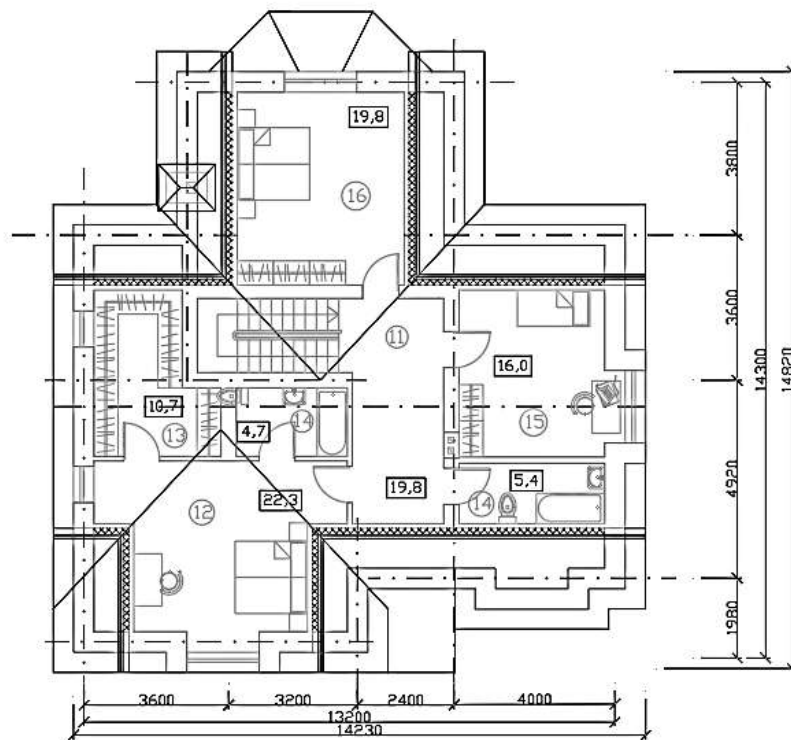
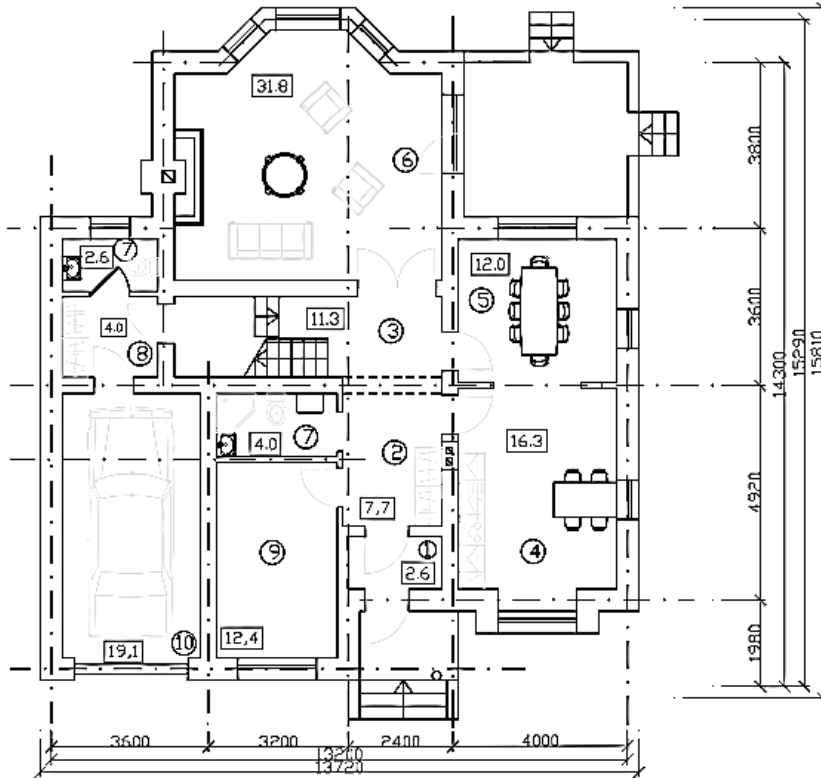


Планировка №21



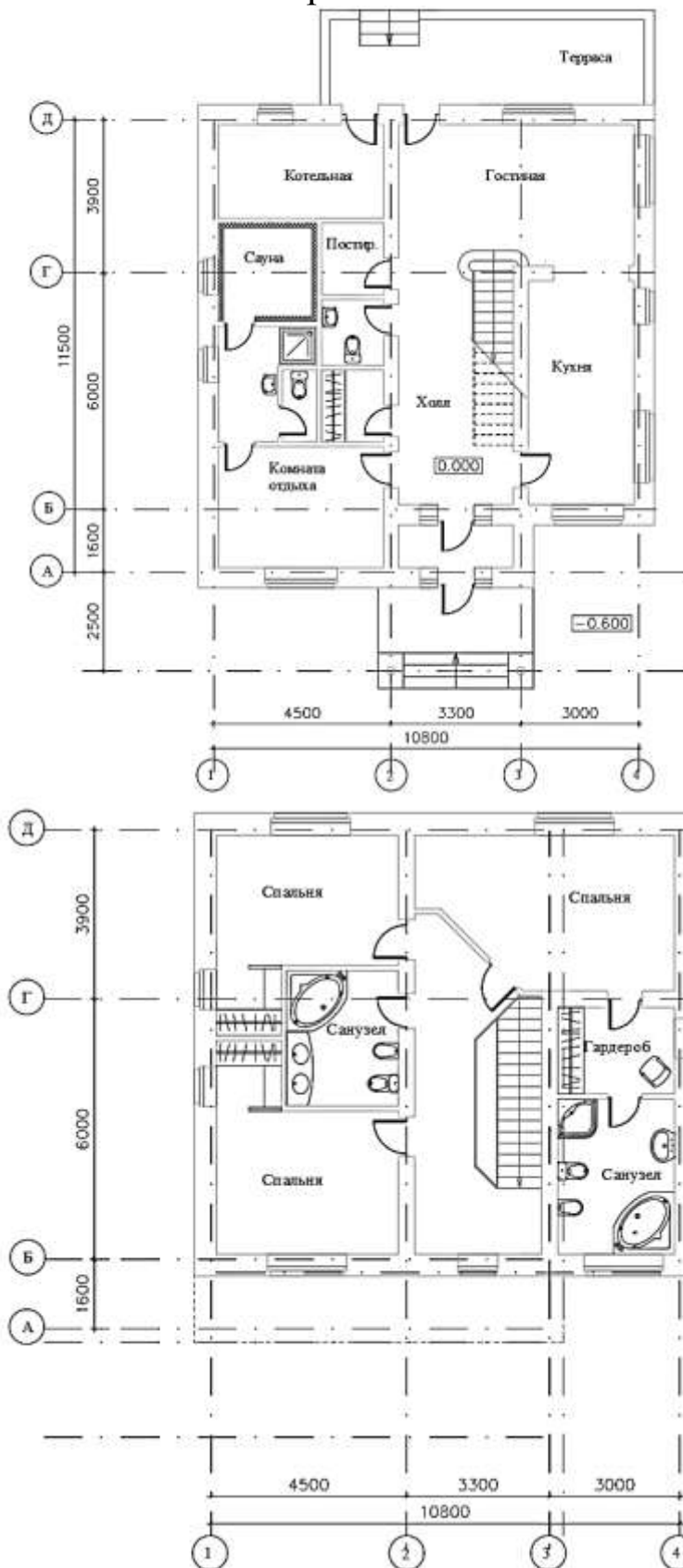


продолжение приложения 1



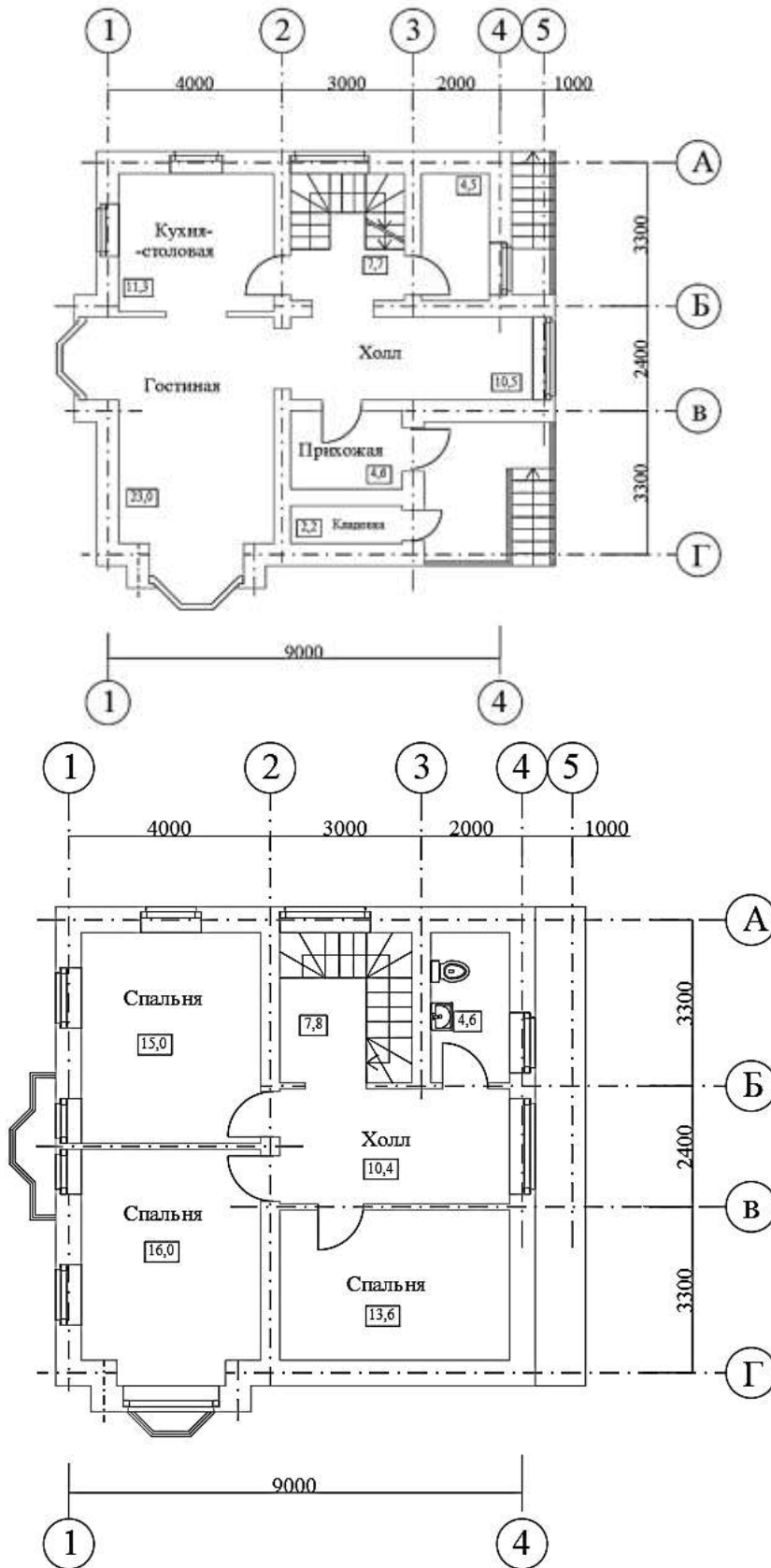


продолжение приложения 1  
Планировка №23

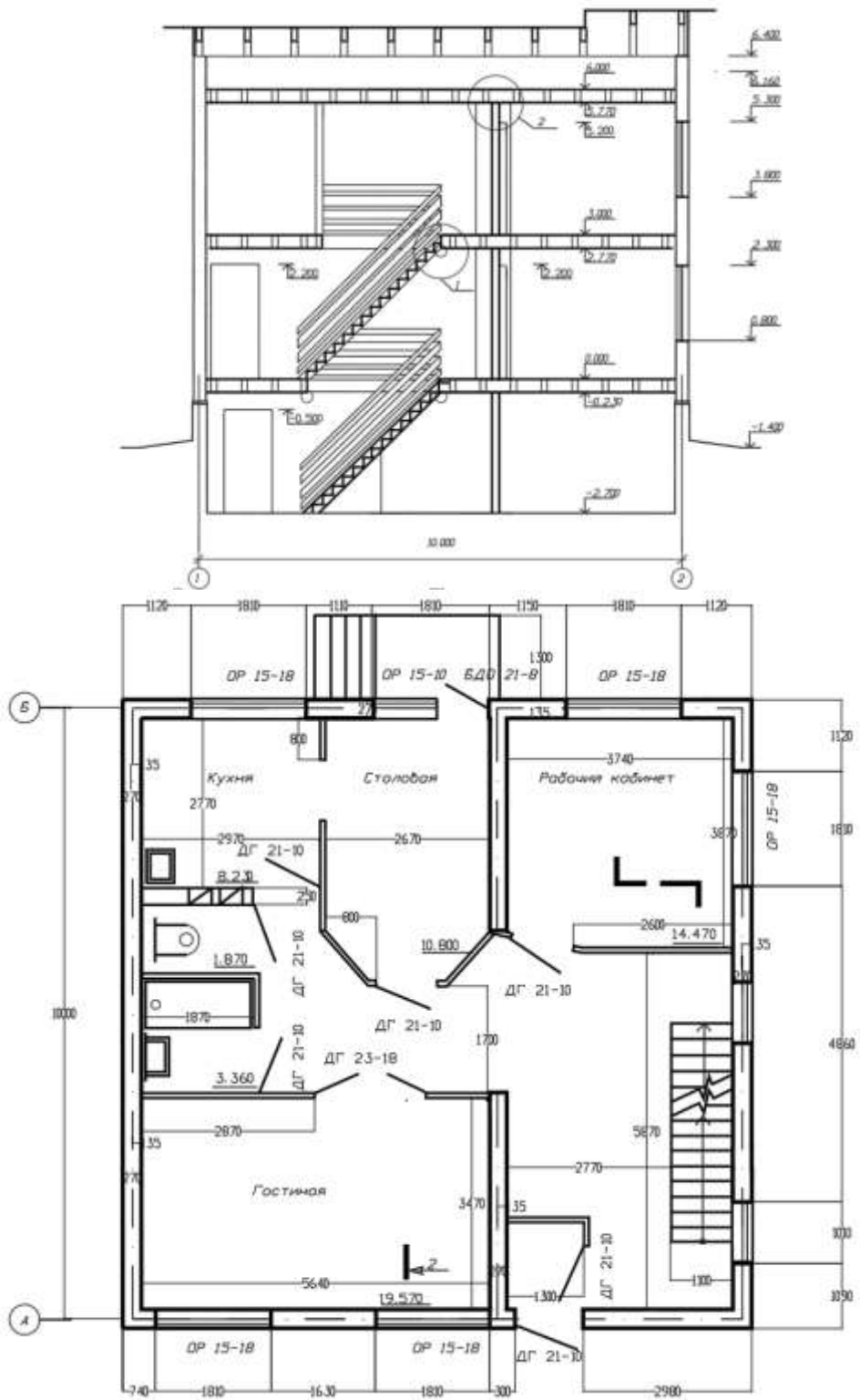


продолжение приложения 1

## Планировка №24

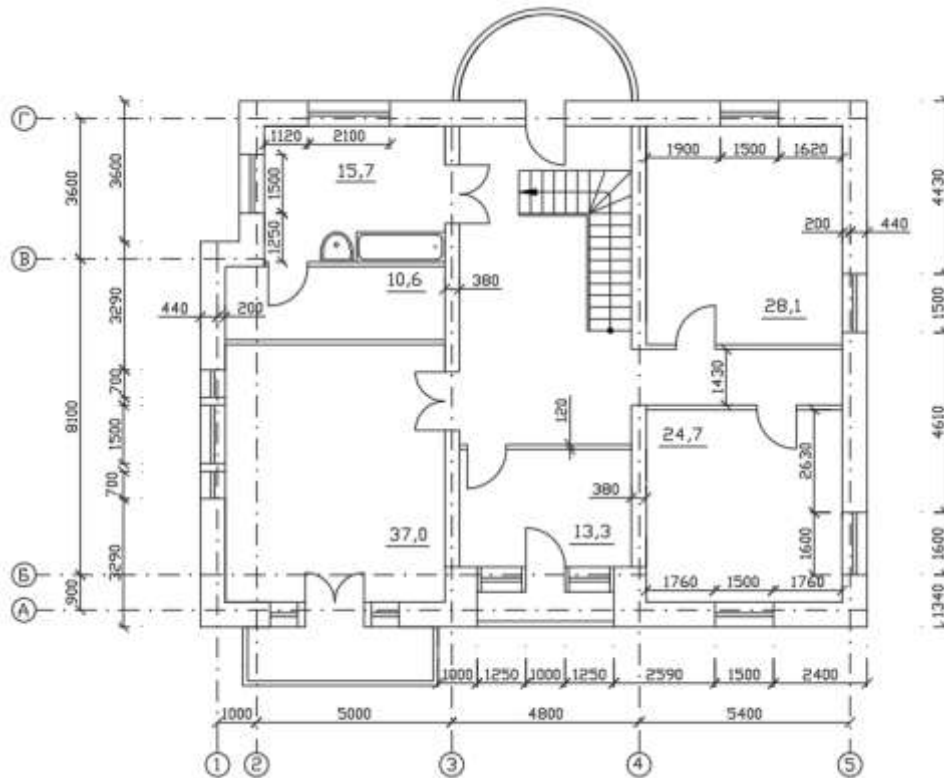
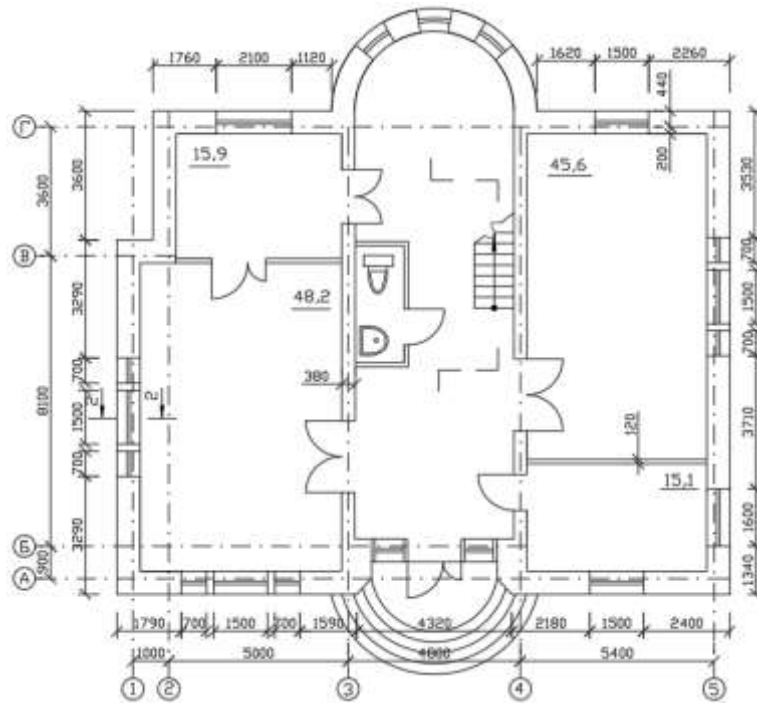


продолжение приложения 1  
Планировка №25





продолжение приложения 1



## Форма титульного листа курсовой работы (проекта)

<b>Минобрнауки России</b>	
<b>Юго-Западный государственный университет</b>	
Кафедра _____	
<b>КУРСОВАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)</b>	
по дисциплине « _____ » (наименование дисциплины)	
на тему « _____ » _____ »	
Направление подготовки (специальность) _____ (код, наименование)	
Автор работы (проекта) _____ (инициалы, фамилия)	_____ (подпись, дата)
Группа _____	
Руководитель работы (проекта) _____ (инициалы, фамилия)	_____ (подпись, дата)
Работа (проект) защищена _____ (дата)	
Оценка _____	
Члены комиссии _____ (подпись, дата)	_____ (инициалы, фамилия)
_____ (подпись, дата)	_____ (инициалы, фамилия)
_____ (подпись, дата)	_____ (инициалы, фамилия)
Курс 20 __ г.	
Ф 04.026	

**Форма задания на курсовую работу (проект)**

**Минобрнауки России  
Юго-Западный государственный университет**

Кафедра \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (ПРОЕКТ)**

Студент \_\_\_\_\_ шифр \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы)

1. Тема \_\_\_\_\_

2. Срок представления работы (проекта) к защите «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3. Исходные данные (для проектирования, для научного исследования):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Содержание пояснительной записки курсовой работы (проекта):

4.1. \_\_\_\_\_

4.2. \_\_\_\_\_

4.3. \_\_\_\_\_

4.4. \_\_\_\_\_

4.5. \_\_\_\_\_

5. Перечень графического материала:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

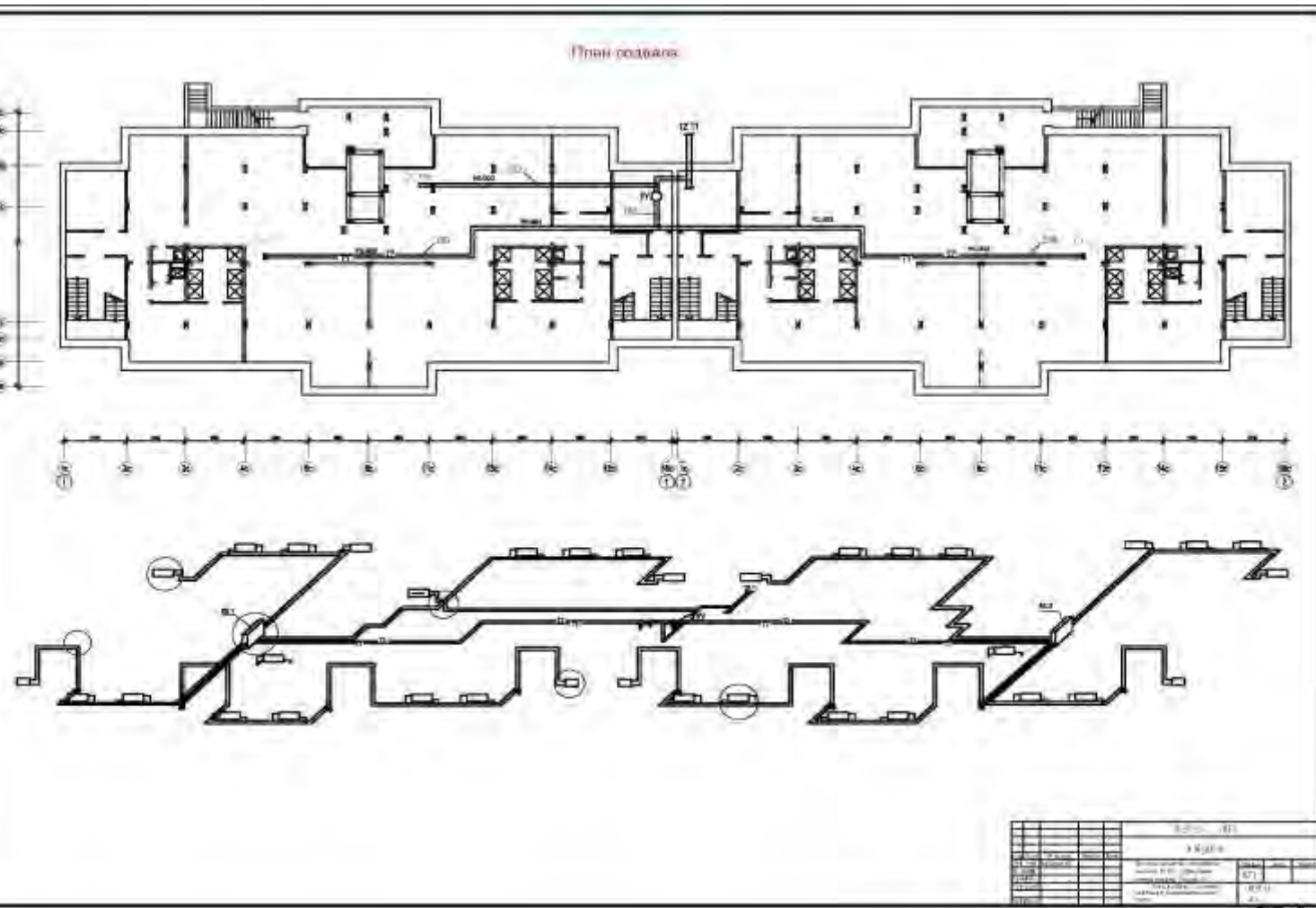
Руководитель работы (проекта) \_\_\_\_\_ (подпись, дата) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

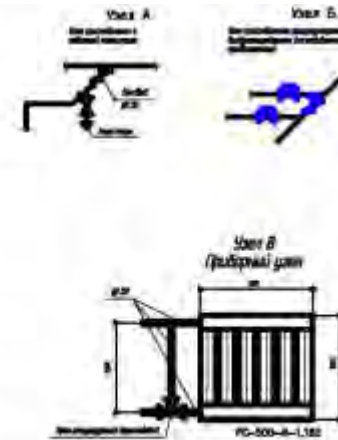
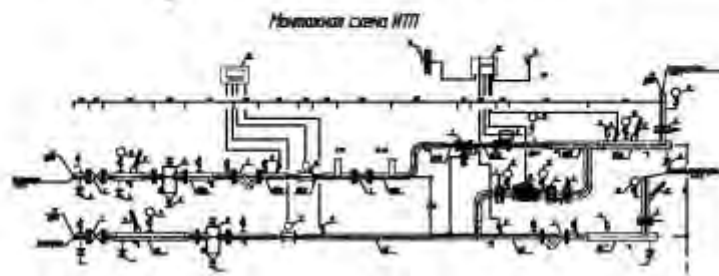
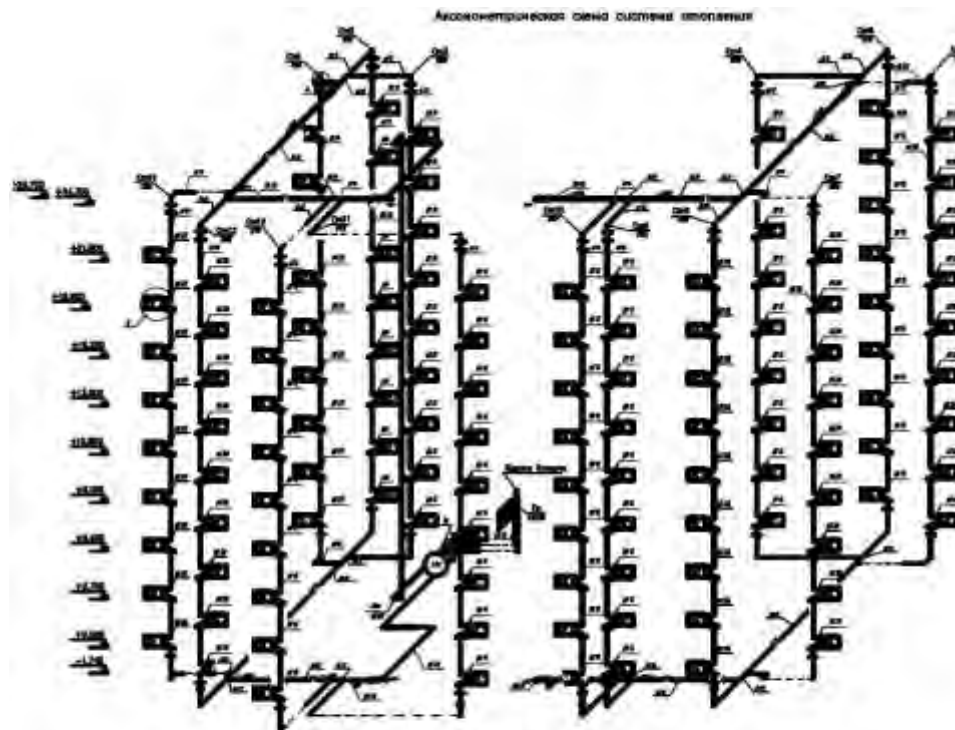
Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ (подпись, дата) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

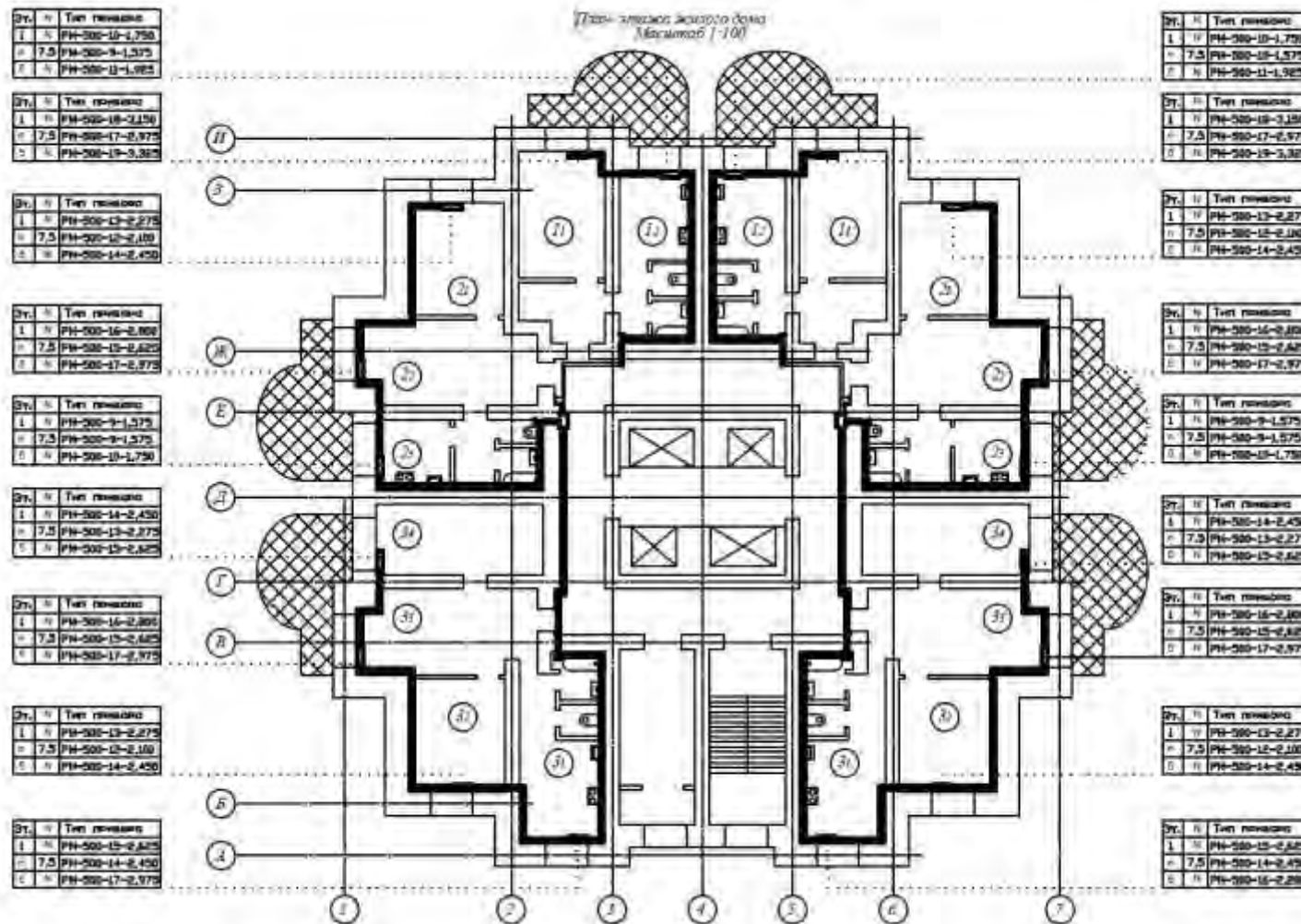


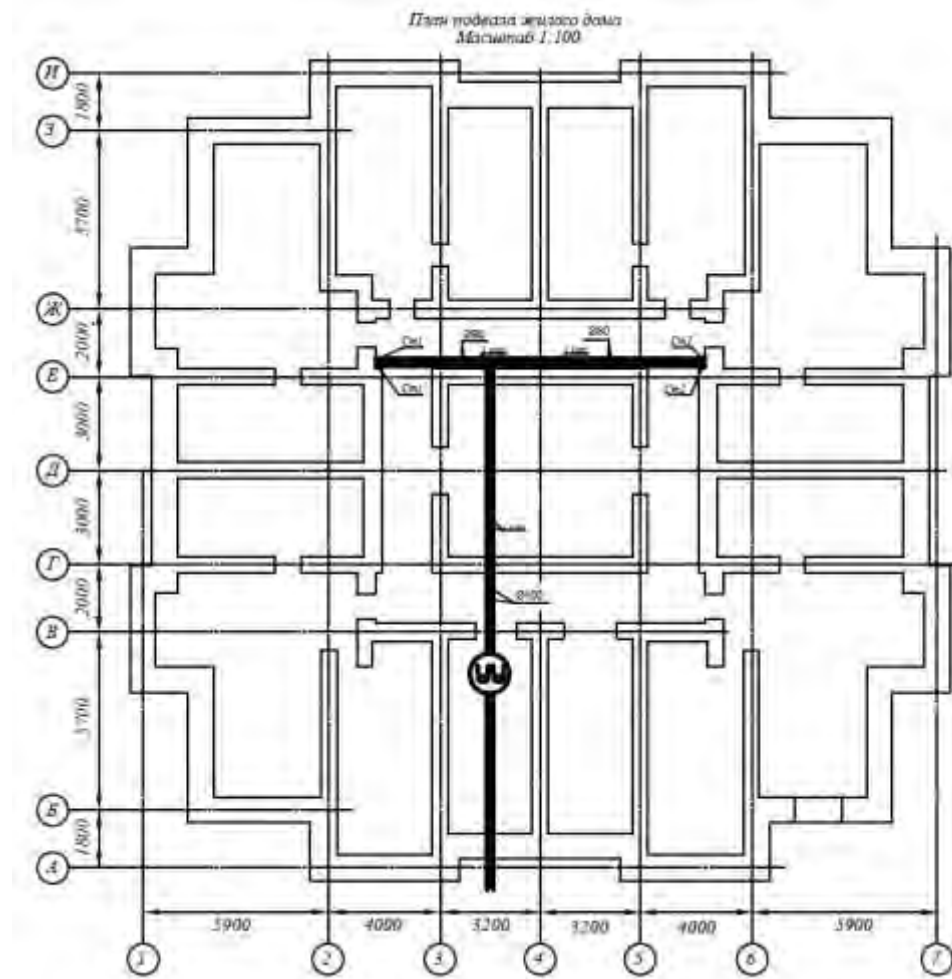




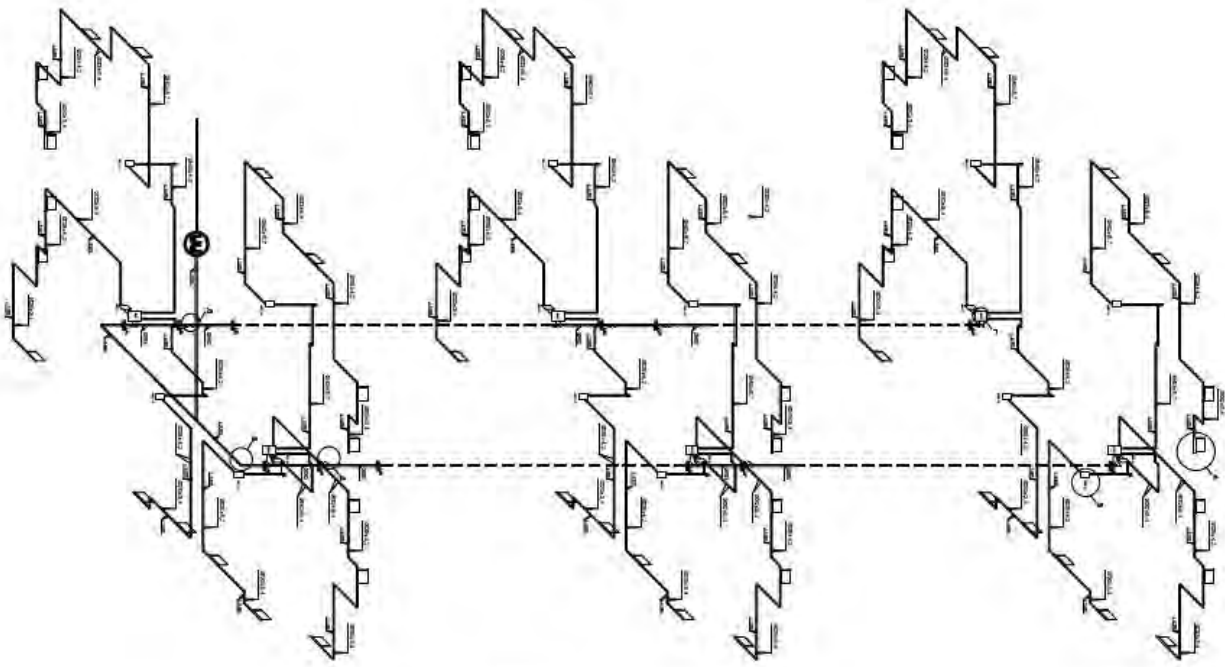




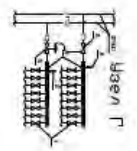
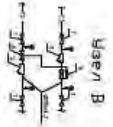
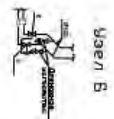
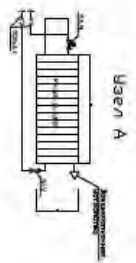








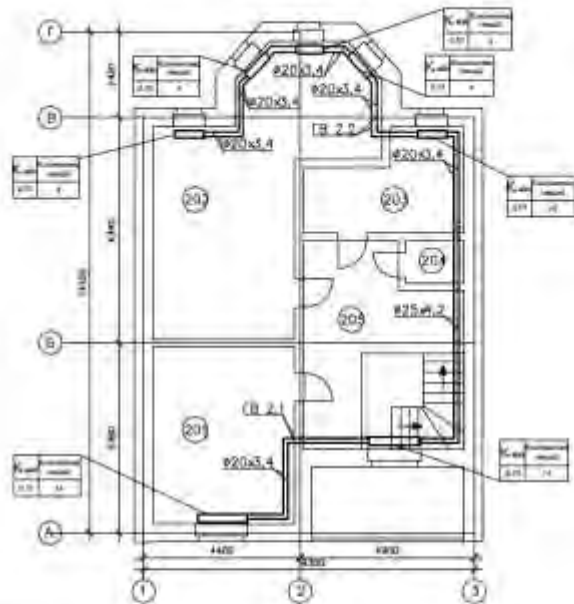
1	Учебный корпус
2	Ресторан-кафе
3	Библиотека
4	Техническое задание
5	Административное здание
6	Залы для занятий
7	Ресторан
8	Канцелярия
9	Общественный туалет



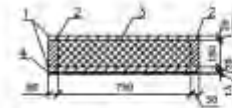




План второго этажа



Чердачное перекрытие



- 1—деревянная обрешетка из фанеры
- 2—доска черновая
- 3—плита минераловатная (ZOVOL П-35)
- 4—плитка из КТ

Экспликация помещения

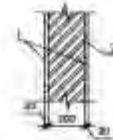
№ п/п	Наименование	Единица	Кол-во
1	Пол	кв.м	10,0
2	Потолок	кв.м	10,0
3	Стены	кв.м	10,0
4	Пол (плитка)	кв.м	10,0
5	Стены	кв.м	10,0
6	Пол	кв.м	10,0

Внутренние перегородки жилого дома



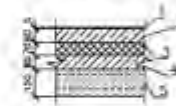
- 1—штукатурка (гипсоперлитовый раствор)
- 2—пустотелый блок

Внутренние перегородки гаража



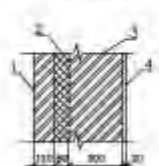
- 1—штукатурка (цементно-песчаный раствор)
- 2—пустотелый блок

Полы на фундаменте



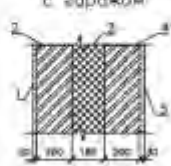
- 1—линолеум
- 2—бетонная стяжка
- 3—плита минераловатная (ZOVOL П-35)
- 4—бетонная стяжка
- 5—засыпка из песка

Наружная стена гаража



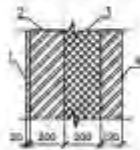
- 1—кирпич керамический пустотелый
- 2—пенополиуретан
- 3—пустотелый блок
- 4—штукатурка (гипсоперлитовый раствор)

Внутренняя стена с гаражом

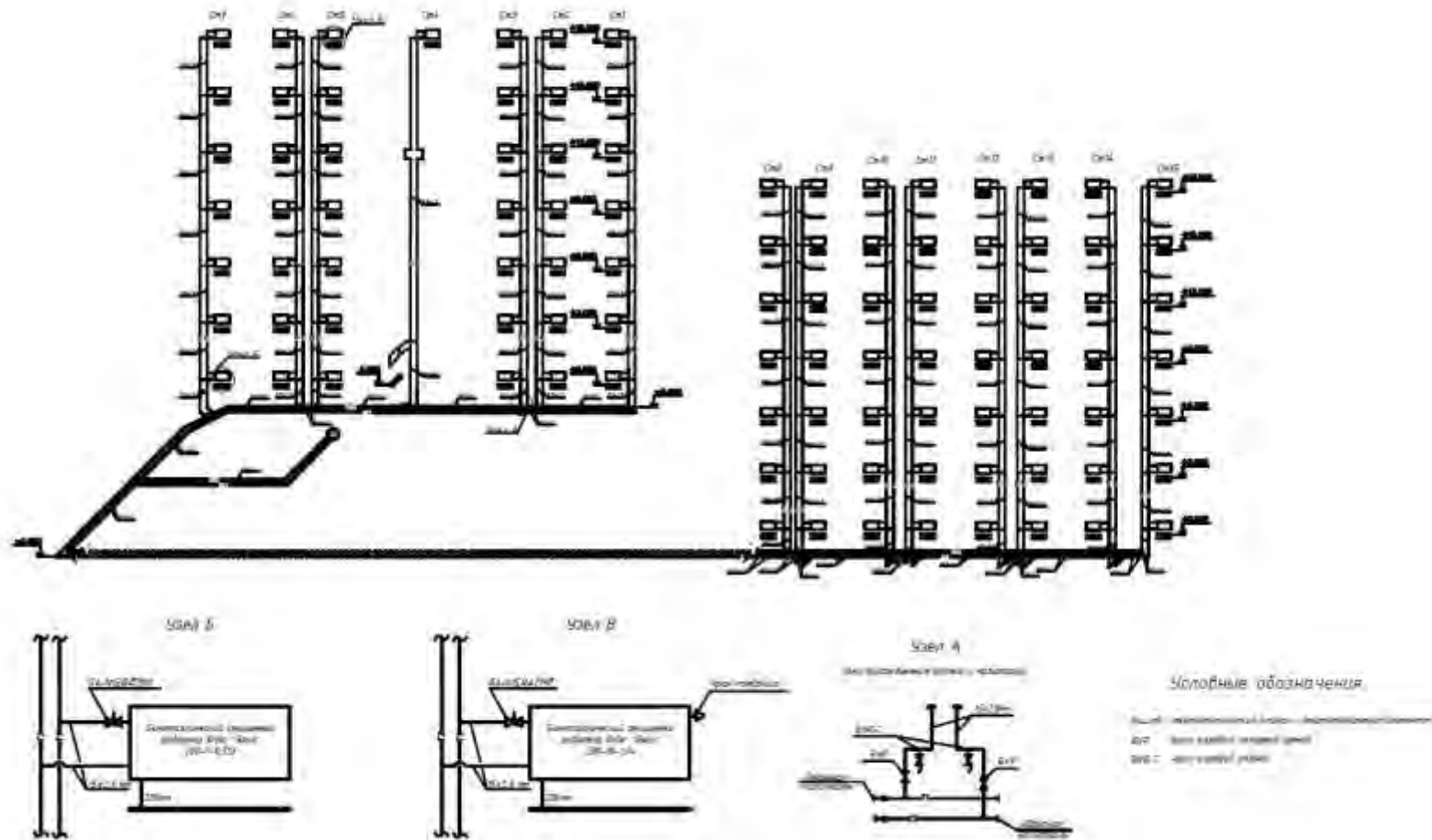


- 1—штукатурка (гипсоперлитовый раствор)
- 2—керамзитный блок
- 3—пенополиуретан
- 4—керамзитный блок
- 4—штукатурка (цементно-песчаный раствор)

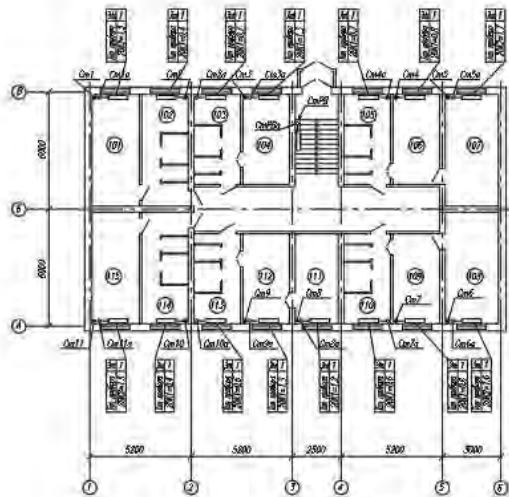
Наружная стена гаража



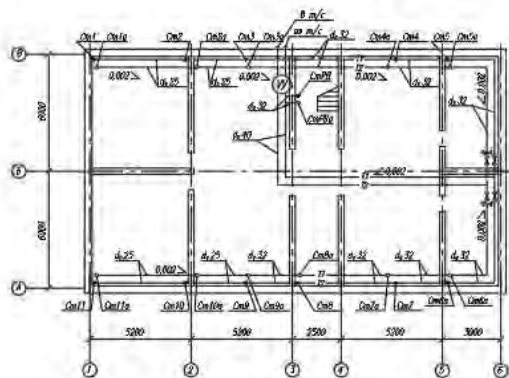
- 1—штукатурка (цементно-песчаный раствор)
- 2—керамзитный блок
- 3—пенополиуретан
- 4—кирпич керамический пустотелый



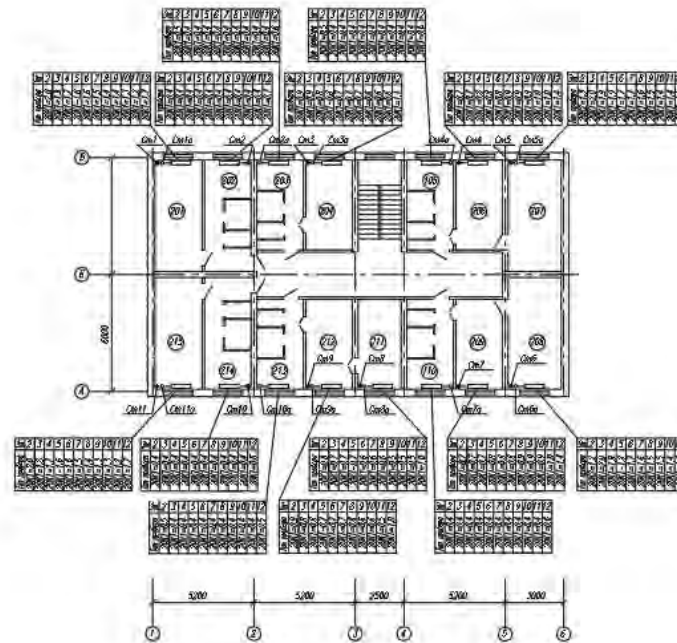
План первого этажа здания



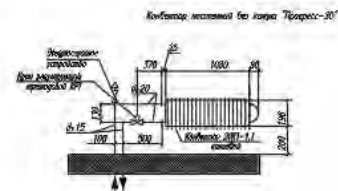
План подвала здания



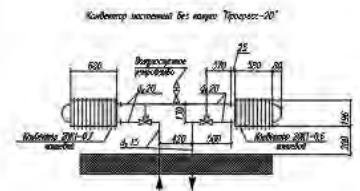
План типового этажа здания



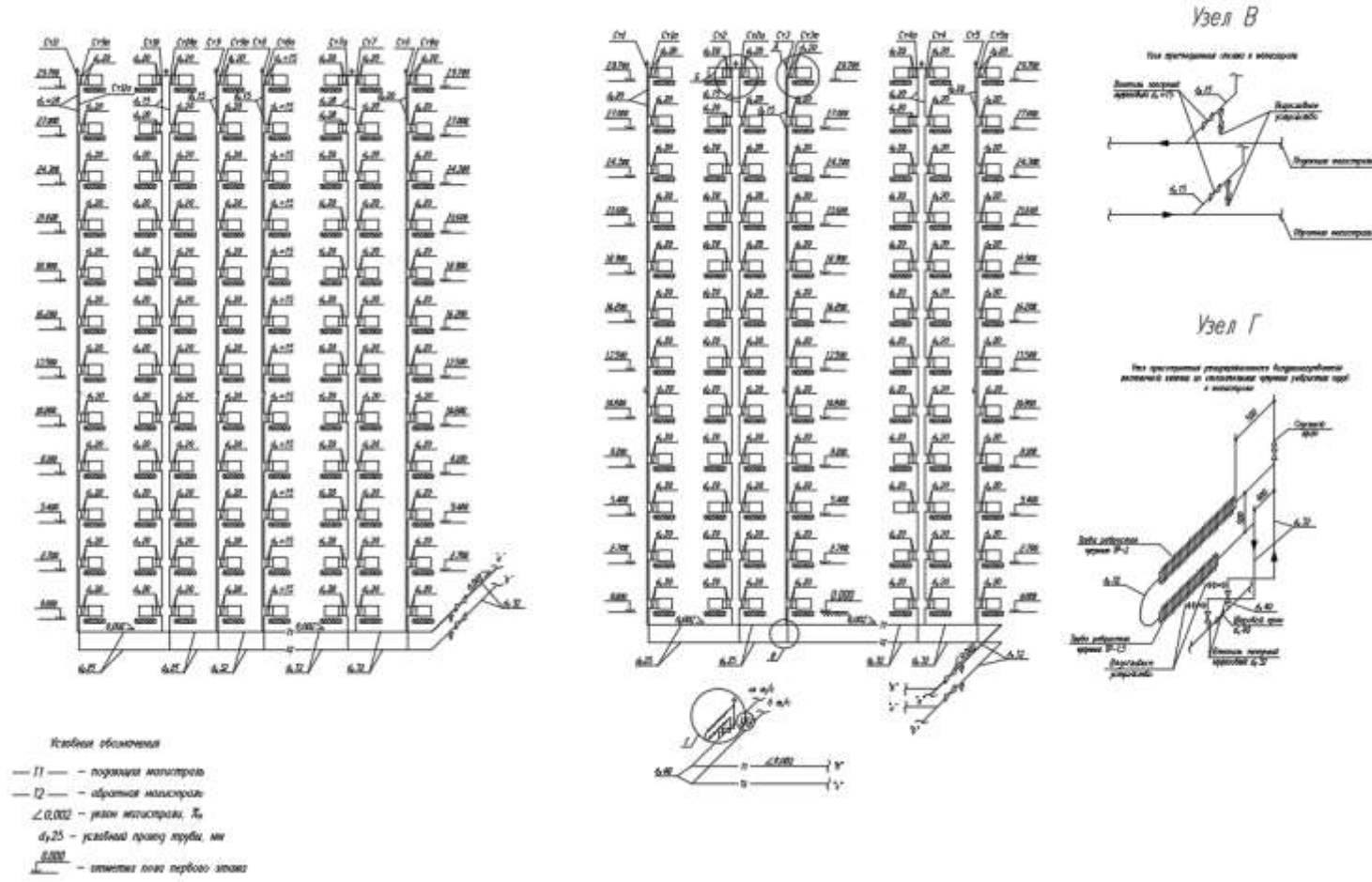
Узел А



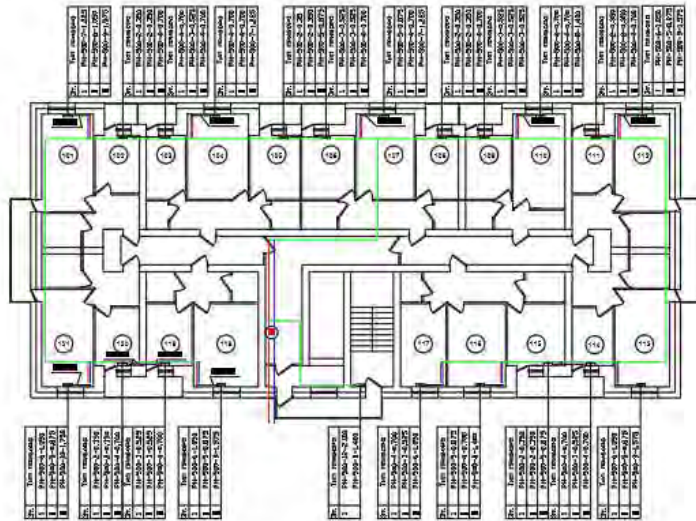
Узел Б



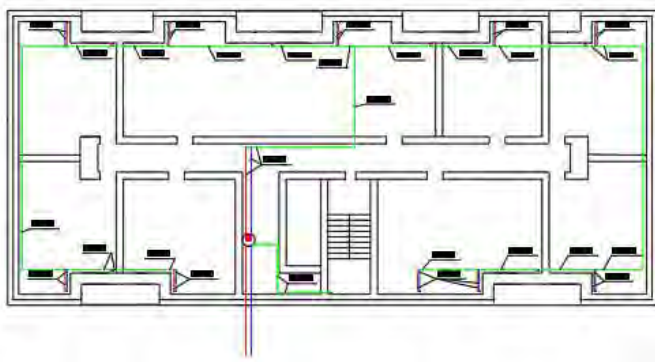
Аксонметрическая схема системы отопления



План первого этажа



План подвала





## Приложение 4

## Климатические параметры холодного периода года

Таблица П4.1

Республика, край, область, пункт	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспечен- ностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспечен- ностью		Темпе- ратура воздуха, °С, обеспечен- ностью 0,94	Абсо- лютная мини- мальная темпе- ратура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда темпе- ратуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						Средняя месячная относи- тельная влажност- ь воздуха наиболее холодног- о месяца, %	Средняя месячная относи- тельная влажност- ь воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Коли- чество осадков за ноябрь - март - декабрь - февраль мм	Преобла- дающее направ- ление ветра за декабрь - январь, м/с	Макси- мальная из средних ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней темпе- ратурой воздуха < 8 °С
	< 0 °С		< 8 °С					< 10 °С											
	продол- - житель- ность	средня - темпе- ратур а	продол- - житель- ность	средня - темпе- ратура				продол- - житель- ность	средня - темпе- ратура										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Белгород	-29	-28	-27	-23	-13	-35	5,9	126	-5,0	191	-1,9	209	-1,0	84	84	191	ЮЗ	5,9	5,3
Владимир	-38	-34	-32	-28	-16	-48	6,3	148	-6,9	213	-3,5	230	-2,6	84	83	194	Ю	4,5	3,4
Волгоград	-27	-26	-25	-22	-12	-35	5,6	122	-5,1	176	-2,3	190	-1,5	85	82	151	З	5,1	3,9
Вологда*	-42	-37	-37	-32	-15	-47	7,4	157	-7,6	228	-4	246	-3	85	84	163	Ю	3,9	3,6
Воронеж	-31	-29	-25	-24	-13	-37	5,9	130	-5,5	190	-2,5	206	-1,6	82	80	201	З	4	3,3
Иваново	-38	-34	-34	-30	-17	-45	7,1	152	-7,4	219	-3,9	236	-2,9	85	84	209	Ю	4,9	4,2
Калуга	-34	-31	-30	-27	-15	-46	7,3	142	-6,2	210	-2,9	228	-1,9	83	83	213	Ю	4,9	3,9
Кострома	-40	-35	-34	-31	-17	-46	6,5	154	-7,4	222	-3,9	239	-3,0	85	81	169	Ю	5,8	4,9
Краснодар*	-23	-20	-21	-14	-5	-36	7,0	41	-0,2	145	2,5	165	3,3	81	74	290	В	3,7	2,7

продолжение табл.П4.1.

Республика, область, пункт	температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью		Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь - март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней температурой воздуха < 8 °С
	0,98	0,92	0,98	0,92				< 0 °С		< 8 °С		< 10 °С							
								продолжительность	средняя температура	продолжительность	средняя температура	продолжительность	средняя температура						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Курск*	-29	-27	-24	-24	-12	-35	5,6	132	-5,3	194	-2,3	211	-1,4	85	83	217	3	3,9	3,6
Липецк	-34	-31	-29	-27	-15	-38	6,8	141	-6,6	202	-3,4	218	-2,5	85	84	248	ЮЗ	5,9	4,8
Санкт-Петербург*	-32	-27	-28	-24	-11	-36	5,3	131	-4,6	213	-1,3	232	-0,4	86	84	202	3	3,3	2,5
Саранск	-38	-34	-34	-30	-17	-44	6,7	150	-7,9	209	-4,5	225	-3,6	83	83	155	Ю	6,9	5,8
Москва*	-35	-28	-29	-25	-13	-43	5,4	135	-5,5	205	-2,2	223	-1,3	83	82	225	3	2	2
Орел	-31	-29	-26	-25	-13	-39	6	135	-5,5	199	-2,4	216	-1,5	84	82	178	Ю	4,7	4
Пенза*	-34	-31	-29	-27	-15	-43	6,5	143	-7,3	200	-4,1	214	-3,2	83	82	221	ЮЗ	4,4	3,9
Псков*	-35	-29	-28	-26	-10	-41	6,8	130	-4,6	208	-1,3	229	-0,4	83	78	198	Ю	3,5	3,3
Саратов*	-32	-28	-29	-25	-14	-37	5,9	134	-6,5	188	-3,5	202	-2,6	80	80	183	СЗ	4,4	3,3
Миллерово*	-27	-25	-23	-21	-11	-36	6,1	118	-4,6	179	-1,7	195	-0,8	83	81	192	В	6,1	4,3



продолжение табл.П4.1.

Республика, край, область, пункт	Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспечен- ностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспечен- ностью		Темпе- ратура воздуха, °С, обеспечен- ностью 0,94	Абсо- лютная мини- мальная темпе- ратура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда темпе- ратуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						Средняя месячная относи- тельная влажност- ь воздуха наиболее холодног- о месяца, %	Средняя месячная относи- тельная влажност- ь воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Коли- чество осадков за ноябрь - март, мм	Преобла- дающее направ- ление ветра за декабрь - февраль	Макси- мальная из средних заскоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной темпе- ратурой воздуха < 8 °С
	< 0 °С		< 8 °С					< 10 °С											
	продол- житель- ность	средня- я темпе- ратура	продол- житель- ность	средня- я темпе- ратура				продол- житель- ность	средня- я темпе- ратура										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ростов-на-Дону*	-25	-23	-22	-19	-9	-33	5,2	97	-2,8	166	-0,1	182	0,7	82	77	219	В	4,8	-
Рязань	-36	-33	-30	-27	-16	-41	7	145	-6,8	208	-3,5	224	-2,6	83	84	172	Ю	7,3	4,8
Самара	-39	-36	-36	-30	-18	-43	6,7	149	-8,5	203	-5,2	217	-4,3	84	78	176	ЮВ	5,4	4
Смоленск*	-33	-28	-26	-25	-12	-40	5,6	136	-5,3	209	-2	227	-1,1	86	85	234	З	3,9	3,4
Кисловодск	-22	-20	-18	-16	-6	-29	9,4	91	-2,4	179	0,4	201	1,6	70	56	—	Ю	—	2,3
Невинномысск	-23	-21	-20	-18	-6	-36	8,0	92	-3,2	168	0,1	186	1,0	84	81	152	В	—	4,1
Пятигорск	-26	-23	-22	-20	-7	-33	8,3	97	-2,7	175	0,2	191	0,9	83	73	114	В	6,3	3,4
Ставрополь*	-25	-23	-22	-18	-6	-31	6,6	91	-2,2	168	0,5	185	1,3	84	78	159	В	7,4	4
Тамбов	-34	-32	-30	-28	-16	-39	6,7	140	-7	201	-3,7	217	-2,7	84	83	194	ЮВ	4,7	4
Ржев	-37	-33	-31	-28	-15	-47	6,6	144	-6,1	217	-2,7	236	-1,8	85	85	210	Ю	—	3,6
Тверь	-37	-33	-33	-29	-15	-50	7,2	146	-6,4	218	-3,0	236	-2,0	85	85	206	ЮЗ	6,2	4,1
Тула	-35	-31	-30	-27	-15	-42	6,8	140	-6,4	207	-3	224	-2,1	83	82	187	ЮВ	4,9	4
Ярославль	-37	-34	-34	-31	-17	-46	8,3	152	-7,8	221	-4	239	-2,8	83	82	174	Ю	5,5	4,3

## Приложение 5

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий в холодный период года

Таблица П5.1

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
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

продолжение приложения 5

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне детских дошкольных учреждений в холодный период года

Таблица П5.2

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
Групповая раздевальная и туалет: для ясельных и младших групп для средних и дошкольных групп	21—23	20—24	20—22	19—23	45—30	60	0,1	0,15
	19—21	18—25	18—20	17—24	45—30	60	0,1	0,15
Спальня: для ясельных и младших групп для средних и дошкольных групп	20—22	19—23	19—21	18—22	45—30	60	0,1	0,15
	19—21	18—23	18—22	17—22	45—30	60	0,1	0,15
Вестибюль, лестничная клетка	18—20	16—22	17—19	15—21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется

продолжение приложения 5

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий в холодный период года

Таблица 5.3.

Наименование помещения или категория	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
1	20—22	18—24	19—20	17—23	45—30	60	0,2	0,3
2	19—21	18—23	18—20	17—22	45—30	60	0,2	0,3
3а	20—21	19—23	19—20	19—22	45—30	60	0,2	0,3
3б	14—16	12—17	13—15	13—16	45—30	60	0,3	0,5
3в	18—20	16—22	17—20	15—21	45—30	60	0,2	0,3
4	17—19	15—21	16—18	14—20	45—30	60	0,2	0,3
5	20—22	20—24	19—21	19—23	45—30	60	0,15	0,2
6	16—18	14—20	15—17	13—19	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Ванные, душевые	24—26	18—28	23—25	17—27	Не нормируется	Не нормируется	0,15	0,2

Примечание.

Классификация помещений общественного и административного назначения в соответствии с ГОСТ 30494-2011:

помещения 1-й категории: помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;

помещения 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной;

помещения 3а категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;

помещения 3б категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде;

помещения 3в категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды;

помещения 4-й категории: помещения для занятий подвижными видами спорта;

помещения 5-й категории: помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т. п.);

помещения 6-й категории: помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

## Приложение 6

Таблица Пб.1.

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, не менее $R_{отр}, м^2 \cdot °C / Вт$				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодным и подпольям и и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактическое и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55

## Приложение 7

Таблица П7.1.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ , Вт/м <sup>2</sup> °С
Стен, полов, гладких потолков	8,7
Окон	8,0

Таблица П7.2.

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n$ °С, для		
	Наружных стен и чердачных перекрытий	Покровов	Перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5

Таблица П7.3.

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), 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



**Таблица П7.4.**

Ограждающие конструкции	Поперечная воздухопроницаемость $G_n$ , кг/(м <sup>2</sup> ч), не более
1. Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2. Стыки между панелями наружных стен жилых зданий	0,5
3. Входные двери в квартиры	1,5
4. Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
5. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений с деревянными переплетами; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
6. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений с пластмассовыми или алюминиевыми переплетами	5,0

Таблица П7.5.

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_n$ , Вт/(кв.м · °С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне	23
2. перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной 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

Таблица П7.6.

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.п}$ , кв.м·°С/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положи- тельной	отрица- тельной	положи- тельной	отрица- тельной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Приложение 8

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

Таблица П8.1

Материал	Характеристики материалов в сухом			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_0$ , кДж/(кг $^{\circ}$ С)	теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м $^{\circ}$ С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м $^{\circ}$ С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , $B$ м/(м <sup>2</sup> $^{\circ}$ С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м ч Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Теплоизоляционные материалы</b>										
1 Плиты из пенополистирола	До 10	1,34	0,049	2	10	0,052	0,059	0,23	0,28	0,05
2 То же	10- 12	1,34	0,041	2	10	0,044	0,050	0,23	0,28	0,05
3»	1 2 - 1 4	1,34	0,040	2	10	0,043	0,049	0,25	0,30	0,05
4 »	1 4 - 1 5	1,34	0,039	2	10	0,042	0,048	0,26	0,30	0,05
5 »	1 5 - 1 7	1,34	0,038	2	10	0,041	0,047	0,27	0,32	0,05
6 »	1 7 - 2 0	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,29	0,34	0,05
7 »	2 0 - 2 5	1,34	0,036	2	10	0,038	0,044	0,31	0,38	0,05
8 »	2 5 - 3 0	1,34	0,036	2	10	0,038	0,044	0,34	0,41	0,05
9 »	3 0 - 3 5	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,38	0,45	0,05
10 »	3 5 - 3 8	1,34	0,037	2	10	0,040	0,046	0,38	0,45	0,05
11 Плиты из пенополистирола с графитовыми добавками	1 5 - 2 0	1,34	0,033	2	10	0,035	0,040	0,27	0,32	0,05
12 То же	2 0 - 2 5	1,34	0,032	2	10	0,034	0,039	0,30	0,35	0,05
13 Экструдированный пенополистирол	2 5 - 3 3	1,34	0,029	1	2	0,030	0,031	0,30	0,31	0,005
14 То же	3 5 - 4 5	1,34	0,030	1	2	0,031	0,032	0,35	0,36	0,005
15 Пенополиуретан	80	1,47	0,041	2	5	0,042	0,05	0,62	0,70	0,05
16 То же	60	1,47	0,035	2	5	0,036	0,041	0,49	0,55	0,05
17 »	40	1,47	0,029	2	5	0,031	0,04	0,37	0,44	0,05
18 Плиты из резольно- фенолформальдегидного пенопласта	80	1,68	0,044	5	20	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23
19 То же	50	1,68	0,041	5	20	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23
20 Перлитопластбетон	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
21 То же	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
22 Перлитофосфогелевые изделия	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,2
23 То же	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,1	1,43	0,23
24 Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука	60-95	1,806	0,034	5	15	0,04	0,054	0,65	0,71	0,003

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии	Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б
----------	---	---

	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость $C_p$ , кДж/(кг·°C)	теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°C)	влажность w%		теплопровод- ность $\lambda$ , Вт/(м·°C)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) s, В м/(м <sup>2</sup> ·°C)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25 Плиты минераловатные из каменного волокна	180	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
26 Та же	140-175	0,84	0,037	2	5	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
27 »	80-125	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
28 »	40-60	0,84	0,035	2	5	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
29 »	25-50	0,84	0,036	2	5	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
30 Плиты из стеклянного штапельного волокна	85	0,84	0,044	2	5	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
31 То же	75	0,84	0,04	2	5	0,042	0,047	0,46	0,52	0,5
32 »	60	0,84	0,038	2	5	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
33 »	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
34 »	35	0,84	0,039	2	5	0,041	0,046	0,31	0,35	0,52
35 »	30	0,84	0,04	2	5	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
36 »	20	0,84	0,04	2	5	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
37 »	17	0,84	0,044	2	5	0,047	0,053	0,23	0,26	0,54
38 »	15	0,84	0,046	2	5	0,049	0,055	0,22	0,25	0,55
39 Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	1000	2,3	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
40 То же	800	2,3	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
41 »	600	2,3	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
42 »	400	2,3	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
43 Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	200	2,3	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
44 Плиты фибролитовые и арболит на	500	2,3	0,095	10	15	0,15	0,19	3,86	4,50	0,11
45 То же	450	2,3	0,09	10	15	0,135	0,17	3,47	4,04	0,11
46 »	400	2,3	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
47 Плиты камышитовые	300	2,3	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
48 То же	200	2,3	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
49 Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,3	0,064	15	20	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
50 То же	200	2,3	0,052	15	20	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
51 Пакля	150	2,3	0,05	7	12	0,06	0,07	1,3	1,47	0,49

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии	Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б
----------	---	---

1	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость $C_p$ , кДж/(кг·°C)	теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°C)	влажность w%		теплопровод- ность $\lambda$ ,Вт/(м·°C)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) s, В м/(м <sup>2</sup> ·°C)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
52 Плиты из гипса	1350	0,84	0,35	4	6	0,50	0,56	7,04	7,76	0,098
53 То же	1100	0,84	0,23	4	6	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
54 Листы гипсовые обшивочные (сухая	1050	0,84	0,15	4	6	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075
55 То же	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
56 Изделия из вспученного перлита на битумном связующем	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
57 То же	250	1,68	0,082	1	2	0,085	0,099	1,53	1,64	0,04
58 »	225	1,68	0,079	1	2	0,082	0,094	1,39	1,47	0,04
59 »	200	1,68	0,076	1	2	0,078	0,09	1,23	1,32	0,04
<b>Засыпки</b>										
60 Гравий керамзитовый	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
61 То же	500	0,84	0,14	2	3	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
62 »	450	0,84	0,13	2	3	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
63 Гравий керамзитовый	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
64 То же	350	0,84	0,115	2	3	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
65 »	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
66 »	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
67 »	200	0,84	0,090	2	3	0,10	0,11	1,16	1,24	0,27
68 Гравий шунгизитовый (ГОСТ 9757)	700	0,84	0,16	2	4	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21
69 То же	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,19	2,54	2,89	0,22
70 »	500	0,84	0,12	2	4	0,15	0,175	2,25	2,54	0,22
71 »	450	0,84	0,11	2	4	0,14	0,16	2,06	2,30	0,22
72 »	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,15	1,87	2,10	0,23
73 Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,22
74 То же	700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,23
75 »	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,7	2,98	0,24
76 »	500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,25
77 »	450	0,84	0,13	2	3	0,15	0,17	2,13	2,32	0,255
78 »	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,26

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_0$ , кДж/(кг·°С)	теплопроводность $\lambda_s$ , Вт/(м·°С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , $B$ м/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
79 Пористый гравий с остеклованной оболочкой из доменного и ферросплавного шлаков	700	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,84	3,06	0,22
80 То же	600	0,84	0,13	2	3	0,16	0,18	2,54	2,76	0,235
81 »	500	0,84	0,12	2	3	0,14	0,15	2,17	2,30	0,24
82 »	400	0,84	0,10	2	3	0,13	0,14	1,87	1,98	0,245
83 Щебень и песок из перлита вспученного	500	0,84	0,09	1	2	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
84 То же	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,095	1,5	1,6	0,3
85 »	350	0,84	0,07	1	2	0,081	0,085	1,35	1,42	0,3
86 »	300	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
87 Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
88 То же	150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26
89 »	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
90 Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
<b>Конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы</b>										
<i>Бетоны на заполнителях из пористых горных пород</i>										
91 Туфобетон	1_	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
92 То же	1600	0,84	0,52	7	10	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11
93 »	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
94 »	1200	0,84	0,32	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
95 Бетон на литоидной	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
96 То же	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
97 »	1200	0,84	0,30	4	6	0,4	0,43	5,94	6,41	0,098
98 »	1000	0,84	0,22	4	6	0,3	0,34	4,69	5,2	0,11
99 »	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
100 Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
101 То же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
102 »	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,2	0,09
103 »	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_{03}$ , кДж/(кг·°С)	теплопроводность $\lambda_s$ , Вт/(м·°С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
104 »	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,9	4,61	0,1
<i>Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>										
105 Керамзитобетон на керамзитовом	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
106 То же	1600	0,8	0,5	5	1	0,6	0,7	9,0	10,7	0,09
107 »	1400	0,8	0,4	5	1	0,5	0,6	7,7	9,14	0,09
108 »	1200	0,8	0,3	5	1	0,4	0,5	6,3	7,57	0,11
109 »	1000	0,8	0,2	5	1	0,3	0,4	5,0	6,13	0,14
110 »	800	0,8	0,2	5	1	0,2	0,3	3,8	4,77	0,19
111 »	600	0,8	0,1	5	1	0,2	0,2	3,0	3,78	0,26
112 »	500	0,8	0,1	5	1	0,1	0,2	2,5	3,25	0,3
113 Керамзитобетон на кварцевом песке с умереннойпоризации	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
114 То же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
115 »	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
116 Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
117 То же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
118 Керамзитобетон беспесчаный	700	0,84	0,135	3,5	6	0,145	0,155	2,70	2,94	0,145
119 То же	600	0,84	0,130	3,5	6	0,140	0,150	2,46	2,68	0,155
120 »	500	0,84	0,120	3,5	6	0,130	0,140	2,16	2,36	0,165
121 »	400	0,84	0,105	3,5	6	0,115	0,125	1,82	1,99	0,175
122 »	300	0,84	0,095	3,5	6	0,105	0,110	1,51	1,62	0,195
123 Шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
124 То же	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
125 »	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
126 Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
127 То же	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
128 »	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
129 Перлитобетон	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
130 Бетон на шлакопемзовом щебне	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075



продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_p$ , кДж/(кг·°С)	теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) s, B м/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
131 То же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
132 »	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
133 »	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
134 »	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
135 Бетон на остеклованном	1800	0,84	0,46	4	6	0,56	0,67	8,60	9,80	0,08
136 То же	1600	0,84	0,37	4	6	0,46	0,55	7,35	8,37	0,085
137 »	1400	0,84	0,31	4	6	0,38	0,46	6,25	7,16	0,09
138 »	1200	0,84	0,26	4	6	0,32	0,39	5,31	6,10	0,10
139 »	1000	0,84	0,21	4	6	0,27	0,33	4,45	5,12	0,11
140 Мелкозернистые бетоны на гранулированных доменных, и	1800	0,84	0,58	5	8	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
141 То же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
142 »	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
143 »	1200	0,84	0,36	5	8	0,49	0,52	6,57	7,31	0,11
144 Аглопоритобетон и бетоны на	1800	0,84	0,7	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075
145 То же	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
146 »	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
147 »	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
148 »	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
149 Бетон на зольном обжиге	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
150 То же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
151 »	1000	0,84	0,24	5	8	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12
152	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-
153 То же	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
154 »	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
155 »	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
<i>Бетоны особо легкие на пористых заполнителях и ячеистые</i>										
156 Полистиролбетон на	600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,20	3,07	3,49	0,068
157 То же	500	1,06	0,125	4	8	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
158 »	400	1,06	0,105	4	8	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_b$ , кДж/(кг·°С)	I теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , $B$ м/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
159 »	350	1,06	0,095	4	8	0,11	0,12	1,85	2,06	0,09
160 »	300	1,06	0,085	4	8	0,09	0,11	1,55	1,83	0,10
161 »	250	1,06	0,075	4	8	0,085	0,09	1,38	1,51	0,11
162 »	200	1,06	0,065	4	8	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
163 »	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
164 Полистиролбетон модифицированный на шлакопортландцементе	500	1,06	0,12	3,5	7	0,13	0,14	2,39	2,63	0,075
165 То же	400	1,06	0,09	3,5	7	0,10	0,11	1,87	1,98	0,08
166 »	300	1,06	0,08	3,5	7	0,08	0,09	1,45	1,63	0,10
167 »	250	1,06	0,07	3,5	7	0,07	0,08	1,24	1,40	0,11
168 »	200	1,06	0,06	3,5	7	0,06	0,07	1,02	1,09	0,12
169 Газо- и пенобетон на цементном вяжущем	1000	0,84	0,29	8	12	0,38	0,43	5,71	6,49	0,11
170 То же	800	0,84	0,21	8	12	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
171 »	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
172 »	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
173 Газо- и пенобетон на известняковом вяжущем	1000	0,84	0,31	12	18	0,48	0,55	6,83	7,98	0,13
174 То же	800	0,84	0,23	И	16	0,39	0,45	6,07	7,03	0,16
175 »	600	0,84	0,15	11	16	0,28	0,34	5,15	6,11	0,18
176 »	500	0,84	0,13	11	16	0,22	0,28	4,56	5,55	0,235
177 Газо- и пензолобетон на цементном вяжущем	1200	0,84	0,37	15	22	0,60	0,66	7,99	9,18	0,085
178 То же	1000	0,84	0,32	15	22	0,52	0,58	7,43	8,62	0,098
179 »	800	0,84	0,23	15	22	0,41	0,47	6,61	7,60	0,12
<b>Кирпичная кладка из сплошного кирпича</b>										
180 Глиняного обыкновенного на	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
181 Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_0$ , кДж/(кг $^{\circ}$ С)	теплопроводность $\lambda_0$ , Вт/(м $^{\circ}$ С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м $^{\circ}$ С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> $^{\circ}$ С)		Паропроницаемость $\mu_s$ , мг/(м ч-Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
182 Глиняного обыкновенный	1600	0,8	0,4	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
183 Силикатного на цементно-	1800	0,8	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
184 Трепельного на цементно-	1200	0,8	0,3	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
185 То же	1000	0,8	0,2	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
186 Шлакового на	1500	0,8	0,5	1,5	3	0,64	0,7	8,12	8,76	0,11
<b>Кирпичная кладка из пустотного кирпича</b>										
187 Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
188 Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
189 Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
190 Силикатногоодинадцатипустотного на цементно-песчаном	1500	0,88	0,64	2	4	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
191 Силикатногочетырнадцатипустотного на цементно-	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
<b>Дерево и изделия из него</b>										
192 Сосна и ель поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
193 Сосна и ель вдоль волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
194 Дуб поперек волокон	700	2,3	0,1	10	15	0,18	0,23	5,0	5,8	0,05
195 Дуб вдоль волокон	700	2,3	0,2	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
196 Фанера клееная	600	2,3	0,1	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,0
197 Картон облицовочный	1000	2,3	0,1	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,0

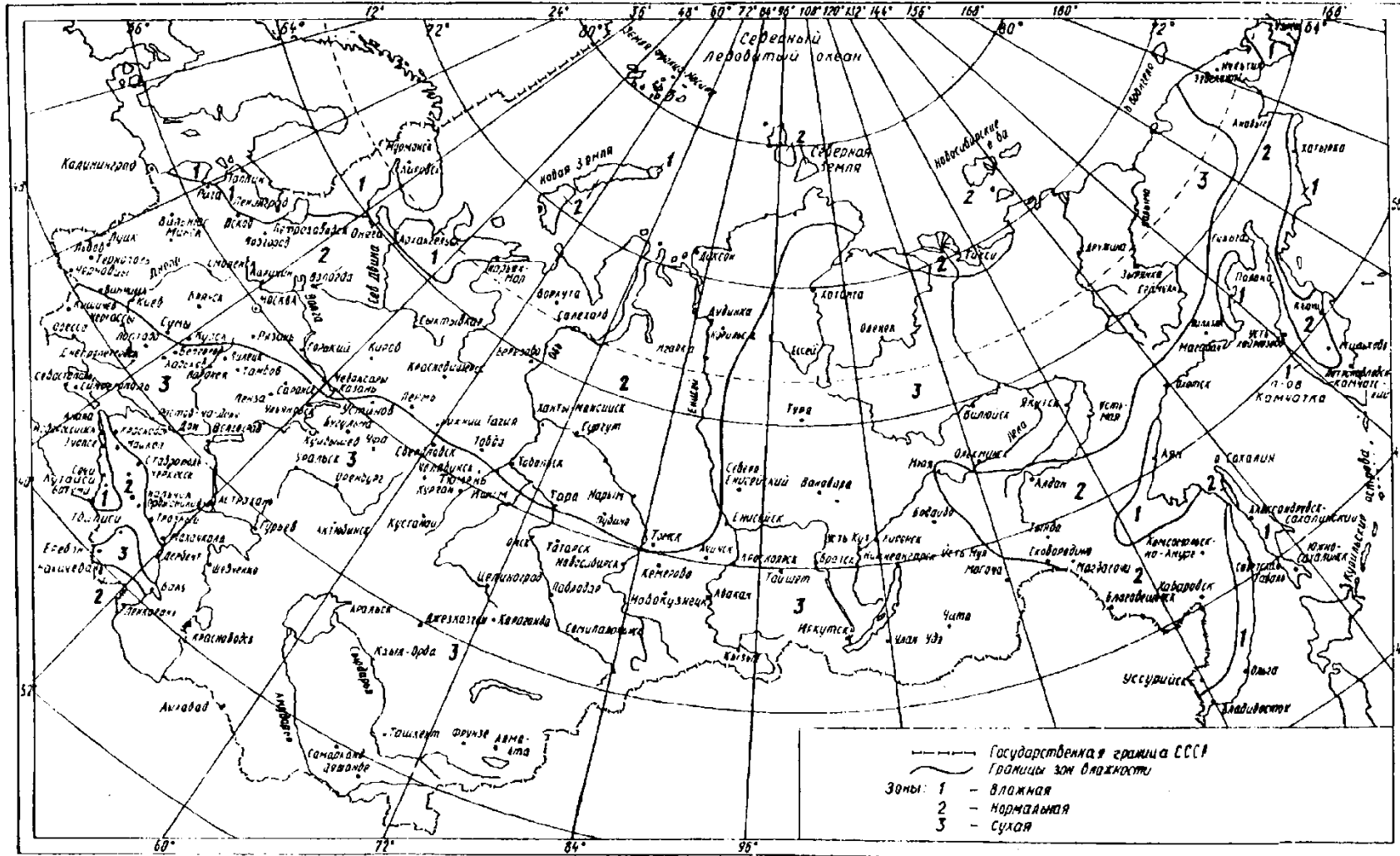
продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Удельная теплоемкость $c_0$ , кДж/(кг·°С)	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)	влажность $w\%$		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) $s$ , $B$ м/(м <sup>2</sup> ·°С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Конструкционные материалы</b>										
<b>Бетоны</b>										
199 Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
200 Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
201 Раствор цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
202 Раствор сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,7	0,87	8,95	10,42	0,098
203 Раствор известково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
<b>Облицовка природным камнем</b>										
204 Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
205 Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
206 Известняк	2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
207 То же	1800	0,88	0,7	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
208 »	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
209 »	1400	0,88	0,49	2	3	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
210 Туф	2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
211 То же	1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
212 »	1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
213 »	1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
214 »	1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
215 »	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
<b>Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов</b>										
216 Листы асбестоцементные	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
217 То же	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
218 Битумы нефтяные строительные и кровельные	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
219 То же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
220 »	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
221 Асфальтобетон	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008

продолжение табл.П8.1.

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики материалов при условиях эксплуатации конструкций А и Б						
	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	удельная теплоемкость $c_0$ , кДж/(кг <sup>0</sup> С)	I теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)	влажность w%		теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м <sup>0</sup> С)		теплоусвоение (при периоде 24 ч) s, В м/(м <sup>2</sup> °С)		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м ч-Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
222 Рубероид, пергамин,	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	-
223 Пенополиэтилен	26	2,0	0,048	1	2	0,049	0,050	0,44	0,44	0,001
224 То же	30	2,0	0,049	1	2	0,050	0,050	0,47	0,48	0,001
225 Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
226 То же	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
227 Линолеум поливинилхлоридный на	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
228 То же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
229 »	1400	1,47	0,2	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
<b>Металлы и стекло</b>										
230 Сталь стержневая арматурная	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
231 Чугун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
232 Алюминий	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
233 Медь	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
234 Стекло оконное	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0

Карта зон влажности



**Приложение 10****Влажностный режим помещений зданий****Таблица П10.1**

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре,		
	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

**- Условия эксплуатации ограждающих конструкций****Таблица П10.2**

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

## Приложение 11

**Сопротивление теплопередаче центральной части  
стеклопакета (оценочные)**

Таблица П.11.1

Вид стеклопакета	Сопротивление теплопередаче центральной части стеклопакета, $R_{0G-мк}$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт		
Однокамерные стеклопакеты			
	Расстояние между стеклами 12 мм	Расстояние между стеклами 16 мм	Расстояние между стеклами 20 мм
Из стекла без покрытий с заполнением воздухом	0,34	0,35	0,35
Из стекла без покрытий с заполнением аргоном	0,36	0,37	0,37
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,59	0,65	0,64
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	0,76	0,81	0,79
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением криптоном	0,86	0,84	0,82
Двухкамерные стеклопакеты			
	Расстояние между стеклами 10 мм и 10 мм	Расстояние между стеклами 14 мм и 14 мм	Расстояние между стеклами 18 мм и 18 мм
Из стекла без покрытий с заполнением воздухом	0,46	0,5	0,53
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,64	0,78	0,9
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	0,78	0,95	1,05
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,82	1,06	1,27
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	1,1	1,4	1,55
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением криптоном	1,73	1,71	1,67

Промежуточные значения расстояний между стеклами принимаются интерполяцией.



**Классификация заполнения светового проема по воздухопроницаемости**

**Таблица П11.2.**

<b>Класс</b>	<b>Объемная воздухопроницаемость (при <math>\Delta p = 100</math> Па) <math>L</math>, м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>), для построения нормативных границ классов</b>	<b>Воздухопроницаемость (при <math>\Delta p_0 = 10</math> Па) <math>G</math>, кг/(м<sup>2</sup>·ч)</b>	<b>Сопротивление воздухопроницанию (при <math>\Delta p_0 = 10</math> Па) <math>R_{и}</math>, м<sup>2</sup>·ч/кг</b>
А	3	0,77	1,299
Б	9	2,31	0,433
В	17	4,36	0,229
Г	27	6,93	0,144
Д	50	12,83	0,078

**Примечание.** Обычно считается, что для входных дверей в здание  $R_{и} = 0,14...0,16$  м<sup>2</sup>·ч/кг (при  $\Delta p_0 = 10$  Па), а для одинарных балконных дверей-переходов в незадымляемых лестничных клетках и холлах лестнично-лифтовых узлов  $R_{и} = 0,47$  м<sup>2</sup>·ч/кг (при  $\Delta p_0 = 10$  Па).

**Изменение ветрового давления по высоте****Таблица П11.3.**

Высота $h$ , м	$k'$
$\leq 5$	0,4
10	0,4
20	0,55
40	0,8
60	1,0
80	1,15
100	1,25
150	1,55