

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕН ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Методические указания**  
к выполнению практической работы  
по дисциплине «Безопасность зданий и сооружений»  
для студентов направления 20.03.01  
«Техносферная безопасность»  
очной и заочной форм обучения

Севастополь  
СевГУ  
2018

**Рецензент:**

**С.М. Братан** - доктор технических наук, профессор кафедры  
«Технологии машиностроения».

*Составители:* Л.А. Ничкова, Т.Ю. Хоменко

**Проектирование стен промышленных зданий:** метод. указания к выполнению практической работы для студентов направлений «Техносферная безопасность» по дисциплине «Безопасность зданий и сооружений» / Сост. Л.А. Ничкова, Т.Ю. Хоменко. – Севастополь: СевГУ, 2018 г. – 19 с.

Предназначены для оказания помощи студентам при выполнении практической работы по дисциплине «Безопасность зданий и сооружений». Целью методического указания является приобретения студентами знаний по проектированию наружных и внутренних промышленных зданий с обеспечением требований сопротивлению теплопередаче, теплоустойчивости, воздухопроницанию, паропроницанию, шумопроницанию. Описан порядок выполнения работы. Приведен список рекомендуемой литературы.

УДК 681.5

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол № 7 от 30 января 2018 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                   | 3  |
| 1. Теоретический раздел.....                                    | 3  |
| 1.1. Факторы, влияющие на безопасность зданий и сооружений..... | 3  |
| 1.2. Стены производственных зданий.....                         | 4  |
| 2. Порядок выполнения работы.....                               | 7  |
| 3. Расчет стены на сопротивление теплопередачи.....             | 7  |
| 4. Расчет стены на теплоустойчивость.....                       | 9  |
| 5. Расчет стены на сопротивление воздухопроницанию.....         | 10 |
| 6. Содержание отчета о выполнении практической работы.....      | 12 |
| 7. Контрольные вопросы.....                                     | 12 |
| Библиографический список.....                                   | 12 |
| Приложения.....                                                 | 13 |

## ВВЕДЕНИЕ

Современная система подготовки инженерных специалистов по специальностям охрана труда в машиностроении и охрана окружающей среды предусматривает обеспечение безопасности технических систем не только на этапе их эксплуатации, но и на этапе проектирования. Одной из ключевых дисциплин, входящих в учебный план, является безопасность зданий и сооружений. В настоящих методических указаниях представлены отдельные практические рекомендации, используемые как при изложении теоретического курса, так и на практических занятиях по данной дисциплине.

Решение этой задачи относится к строительным конструкциям, зданиям и сооружениям в целом, что требует обеспечения необходимого уровня безопасности эксплуатации на этапе проектирования или реконструкции.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 1.1. Факторы, влияющие на безопасность зданий и сооружений

Обеспечение безопасности зданий и сооружений на современном этапе развития технологии строительства должно осуществляться на этапе проектирования. Решение задачи зависит от многих факторов:

- обеспечение прочности, устойчивости, пространственной неизменности сооружения в целом, а также отдельных его элементов (фундамента, стен, полов и т.д.) на всех стадиях возведения и эксплуатации от статических и динамических нагрузок, обусловленных собственным весом несущего остова здания, других строительных элементов, используемого оборудования;

- учет особенностей архитектурно-строительной аэродинамики, обеспечивающий устойчивость здания действию обтекающего его воздушного потока, для районов с повышенной активностью воздушных потоков атмосферы;

- строительная теплотехника, обеспечивающая температурный и влажностный режим внутри помещения, гидроизоляция от грунтовых вод, производственной или бытовой влаги, атмосферных осадков [1, 2, 3];

- огнестойкость зданий и его элементов, обеспечивающая пределы огнестойкости строительных конструкций и распространения огня, огнезащиту строительных конструкций;

- взрывобезопасность, обеспечивающая устойчивость несущего остова здания давлению взрывной волны за счет правильного проектирования и применения легкосбрасываемых конструкций здания;

- шумоизоляция, обеспечивающая допустимый акустический режим внутри или снаружи здания за счет использования облицовок и т.д.

Предлагаются методики оценки прочности пола с нежестким и жестким подстилающим слоем от неподвижной нагрузки и подвижной нагрузки от безрельсового транспорта.

## 1.2. Стены производственных зданий

Стены подразделяются на несущие, самонесущие, навесные [4].

Несущие стены воспринимают нагрузку от собственного веса, нагрузку от покрытия, перекрытия, подъемно-транспортных средств. Изготавливают из кирпича, крупноблочные конструкции и мелких блоков.

Самонесущие (из больших панелей) воспринимают нагрузку от собственного веса и ветра по всей высоте и передают нагрузку на каркас здания.

Навесные стены воспринимают нагрузку от собственного веса на всю высоту и ветра в границах только одной панели. Они выполняют функцию ограждения и изготавливаются, как правило, многослойными из легких эффективных материалов.

Внешние стены должны иметь необходимую массивность, долговечность, стойкость к атмосферным осадкам и коррозии, иметь тепло-, водо-, ветро- и звукоизоляцию, огнестойкость, и удовлетворять эстетическим требованиям.

Долговечность стен обеспечивается использованием материалов, стойких к негативному влиянию окружающей среды, малостойких с защитными слоями из морозостойких, влагостойких, стойких к коррозии. Степень долговечности стен зависит от влажностного режима помещения, внешних стен от климатических особенностей региона. Для достижения этого используют конструктивные схемы с использованием термоизоляционных и механических защитных материалов.

Долговечность обеспечивается при поддержании влажностного режима и предотвращения конденсации водяных паров в процессе эксплуатации.

Нормами установлены градации влажностного режима помещения:

- сухой (влажность в зимнее время,  $j < 50 \%$ ),
- нормальный ( $j = 50 - 60 \%$ ),
- влажностный ( $j = 61 - 75 \%$ ),
- мокрый ( $j > 75 \%$ ).

При охлаждении ветра его относительная влажность увеличивается и при определенной температуре, называемой точкой росы, относительная влажность достигает 100 %. При дальнейшем охлаждении ветра часть влаги будет конденсироваться. Для предотвращения конденсации необходимо, чтобы температура на внутренней поверхности ограждения всегда была выше точки росы.

Наиболее опасными местами в помещении, с точки зрения образования конденсата (за счет превышения площади теплоотдачи над площадью теплоприема) являются углы помещений, и места где содержащие теплопроводные включения (ж/б ребра, колонны в кирпичных стенах). Образование конденсата происходит как правило в зимнее время при диффузии водяных паров через стены. В однородных стенах конденсат проникает на 2/3 в толщину стены от середины. В многослойных стенах - сразу за слоем утепления, от середины. В этом случае перед утеплителем вводят слой пароизоляции (обмазочную, обклеенную, комбинированную).

Кирпичные стены изготавливают из глиняного или силикатного кирпича толщиной (640, 510, 380 мм). Толщину устанавливают расчетом на прочность и теплостойкость.

Крупнопанельные стены бывают навесные и самонесущие.

Навесные стены имеют малую толщину и изготавливаются из материалов малой плотности.

Самонесущие панельные стены используются в зданиях с влажным и мокрым режимом.

Стеновые панели могут быть одно и многослойными (рис. 1).

Однослойные изготавливаются из бетона на пористых заполнителях: керамзит, зольный гравий, доменный шлак, шлаковая пемза, пенобетона, газобетон. Однослойные стены из легких бетонов оснащаются внутренними и наружными защитными слоями.

Многослойные панели изготавливают из несущего слоя, утеплителя, внешнего защитного слоя. Толщина утеплителя устанавливается в зависимости от температурно-влажностного влияния внутреннего и внешнего воздуха, материала утеплителя. Железобетонный слой оснащается ребрами жесткости (арматурами) с антикоррозионным покрытием. Внутренний слой железобетона воспринимает нагрузку от веса конструкции, внешний слой выполняет защитную функцию.

Недостатки многослойных панелей:

1. Промерзают в местах размещения ребер жесткости,

2. За счет щелей и деформации утеплителя стены промерзают в стыках и продуваются.

Наибольшее применение нашли однослойные панели из керамзитобетона с плотностью  $1000 - 1200 \text{ кг/м}^3$  с внешним фактурным покрытием краской и гидроизоляцией. Облицовка панелей керамической плиткой защищает ее от высыхания.

Для стен важно, чтобы температура внутренней поверхности стены отличалась от температуры воздуха в помещении не больше, чем на  $6^\circ\text{C}$ , а лучше на  $3^\circ\text{C}$ , в противном случае на стене будет появляться конденсат.

Большое применение нашли стены из монолитного бетона. Внутренние - однослойные, внешние - многослойные.

Несущие стены из монолитного бетона изготавливают из тяжелых бетонов класса не ниже В7,5 и легких бетонов класса не ниже В5. Для внутренних стен используется легкий бетон с плотностью не ниже  $1700 \text{ кг/м}^3$ .

Внешние монолитные однослойные стены возводят из легких бетонов класса В3,5 плотностью не больше  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

Многослойные стены внешние:

- двухслойные состоят из утеплителя с наружной стороны либо с внутренней;
- трехслойные состоят из утеплителя между бетонными слоями.

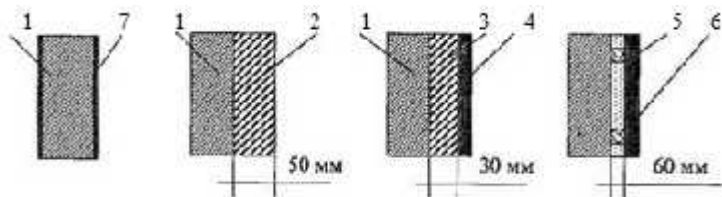


Рис. 1. Конструкции стен:

- а - однослойная, б - двухслойная, в - трехслойная, г - каркасная стена
- 1 - монолитный слой из легкого или тяжелого бетона, 2 - утеплитель из газобетонных блоков при толщине не более 50 мм, 3 - жесткая плита утеплителя (пеностерола) с толщиной не более 30 мм, 4 - внутренний отделочный слой (штукатурка по стальной сетке или асбестоцементная прессованная плита толщиной не менее 8 мм), 5 - каркас из металла или деревянных брусков, 6 - пустота глубиной до 60 мм, разделяемая диафрагмами на отсеки площадью до  $3 \text{ м}^2$ , или заполняется негорючим или трудногорючим материалом (минераловатные плиты на крахмальной или фенольной связке при содержании связующего не более 4 - 6 %, цементным фибролитом плотностью не менее  $400 \text{ кг/м}^3$ , глубина не ограничена), 7 - фактурное покрытие краской

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить задание у преподавателя согласно варианту.
2. Конструкция стены, задается преподавателем из существующей номенклатуры конструкций, в соответствии с приложением 1.
3. Назначение здания, и регион в котором расположено здание задается преподавателем, в соответствии с приложением 2.
4. Все необходимы справочные данные находятся в таблицах 1-7.
5. Рассчитать сопротивление теплопередачи полученной по варианту конструкции стены.
6. Рассчитать теплоустойчивость стены.
7. Рассчитать сопротивление воздухопроницанию стены.

## 3. РАСЧЕТ СТЕНЫ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

3.1. Сопротивление теплопередаче  $R_0$  конструкции стены принимается равным  $R_0$ , но исходя из условия:

$$R_0 > R_0^{TP}, \quad (1)$$

где  $R_0$  - сопротивление теплопередаче расчетной конструкции стены,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $R_0^{TP}$  - требуемое сопротивление теплопередаче конструкции стены,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

3.2. Требуемое сопротивление теплопередаче  $R_0^{TP}$ :

$$R_0^{TP} = \frac{n(t_B + t_H)}{\Delta t^H \cdot a_B}, \quad (2)$$

где  $\Delta t^H$  - температурный градиент между температурами воздуха помещения и поверхности стены, таблица 1;  $n$  - коэффициент, учитывающий размещения наружной стены по отношению к наружному воздуху,  $n = 1$ ;  $t_B$  - расчетные температуры внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$ , принимается по ГОСТ 12.1.005-88 в пределах  $t_B = 18 - 23$   $^\circ\text{C}$ ;  $t_H$  - расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ , принимается в соответствии с таблицей 2.5;  $a_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции стены,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $a_B = 8,7$ .

3.3. Тепловая инерция  $D$  конструкции стены определяют по формуле

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + \dots + R_n s_n, \quad (3)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - термическое сопротивление отдельных слоев конструкции стены,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $s_1, s_2, \dots, s_n$  - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев конструкции стены,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ , принимаем по таблице 3.

3.4. Термическое сопротивление конструкции стены:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{в.п.}}, \quad (4)$$

где  $R_{\text{в.п.}}$  - термическое сопротивление воздушной прослойки,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{\text{в.п.}} = 0,16 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

3.5. Термическое сопротивление слоя многослойной конструкции  $R_i$  стены:

$$R_i = \frac{d_i}{l_i}, \quad (5)$$

где  $d_i$  - толщина слоя, мм;  $l_i$  - коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ .

3.6. Сопротивление теплопередаче  $R_0$  конструкции стены определяют по формуле

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + R_k + \frac{1}{a_H}, \quad (6)$$

где  $a_H$  - коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности конструкции стены,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $a_H = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

3.7. Расчет способности конструкции стены на сопротивление теплопередаче производится с подбором различных материалов, оговоренных в задании.

#### 4. РАСЧЕТ СТЕНЫ НА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ

4.1. Теплоустойчивость конструкции стены обеспечена при соблюдении условия:

$$A_{тв} < A_{тв}^{TP}, \quad (7)$$

где  $A_{тв}$  - амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности стены, °С;  $A_{тв}^{TP}$  - требуемая амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности конструкции, °С.

4.2. Требуемая амплитуда колебаний температуры  $A_{тв}^{TP}$  определяется по формуле

$$A_{тв}^{TP} = 2,5 - 0,1(t_H - 21), \quad (8)$$

где  $t_H$  - среднемесячная температура наружного воздуха за июль °С, таблица 4.

4.3. Амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности стены:

$$A_{тв} = \frac{A_{тн}^{расч}}{u}, \quad (9)$$

где  $A_{тн}^{расч}$  - расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °С;  $u$  - величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха.

4.4. Расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха  $A_{тн}^{расч}$  определяется по формуле

$$A_{тн}^{расч} = 0,5 \cdot A_{тн} + \frac{r(I_{max} - I_{cp})}{a_H}, \quad (10)$$

где  $A_{тн}$  - амплитуда суточных колебаний температуры в июле, °С;  $r$  - коэффициент поглощения солнечной радиации, материалом наружной поверхности стены, таблица 4;  $I_{max}$   $I_{cp}$  - максимальное и среднее значение сум-

марной солнечной радиации, МДж/м<sup>2</sup>, таблица 6;  $a_H$  - коэффициент теплопередачи наружной поверхности стены по летним условиям, п.4.7.

4.5. Величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха у определяется по формуле

$$V = 0,9 \cdot e^{\frac{u}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + a_B)(s_2 + Y_1) \dots (s_n + Y_{n-1})(a_n + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) \dots (s_n + Y_n)a_H},$$

где  $e = 2,718$  - основание натуральных логарифмов;  $s_1, s_2, \dots, s_n$  - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев стены, таблица 3;  $D$  - тепловая инерция конструкции стены, определяется по п.3.3;  $a_B$  - коэффициент теплопередачи внутренней поверхности стены,  $a_B = 8,7$ ;  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n-1}, Y_n$  - коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев конструкции стены, Вт/м<sup>3</sup> · °С, таблица 3.

*Примечание.* Порядок нумерации слоев принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

4.6. Коэффициенты теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям  $a_n$  определяют по формуле

$$a_n = A \cdot (5 + 10\sqrt{U}), \quad (12)$$

где  $U$  - минимальная из средних скоростей ветра за июль (м/с), таблица 6;  $A$  - переводной коэффициент,  $A = 1,16$ .

4.7. Расчет способности конструкции стены на теплостойчивость производится с подбором различных материалов, оговоренных в здании.

## 5. РАСЧЕТ СТЕНЫ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ

5.1. Сопротивление воздухопроницанию стены  $R_u$  определяется из условия

$$R_u \geq R_u^{TP}, \quad (13)$$

где  $R_u^{TP}$  - требуемое сопротивление воздухопроницанию, м<sup>2</sup> · ч Па/кг.

5.2. Требуемое сопротивление воздухопроницанию  $R_u^{TP}$  определяется по формуле

$$R_u^{TP} = \frac{\Delta p}{G^n}, \quad (14)$$

где  $\Delta p$  - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях стены, Па, определяется по п. 5.3;  $G^n$  - нормативная воздухопроницаемость стены,  $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$ , принимается: для хилых, общественных, вспомогательных зданий промышленных предприятий – 0,5; для производственных зданий – 1.

5.3. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях стены  $\Delta p$ , определяется по формуле

$$\Delta p = 0,55H(g_n - g_e) + 0,03g_n^2, \quad (15)$$

где  $H$  – высота зданий, м,  $H = 8\text{м}$ ;  $g_n, g_e$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха,  $\text{Н/м}^2$ , определяется по формуле

$$g = A \frac{353}{273 + t}, \quad (16)$$

где  $t$  – температура воздуха, принимая: внутреннего воздуха (для определения  $g_e$ ) – согласно таблицам 2, 4; наружного воздуха (для определения  $g_n$ ) – определяется согласно таблицам 2, 4;  $\Pi$  - максимальная из средних скоростей ветра за январь, м/с, таблица 6;  $A$  - переводной коэффициент, равный 9,81.

5.4. Сопротивление воздухопроницанию многослойной стены  $R_u$  определяют по формуле

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + \dots + R_{un}, \quad (17)$$

где  $R_{u1}, R_{u2}, R_{un}$  – сопротивление воздухопроницанию отдельных слоев стены,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч Па/кг}$ , принимается по таблице 7.

5.5. Расчет способности конструкции стены на сопротивление воздухопроницанию производится с подбором различных материалов, оговоренных в задании.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

1. Название и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Выполненные индивидуальные задания.
4. Выводы.

## **7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

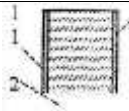
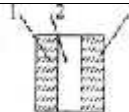
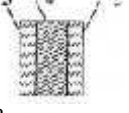
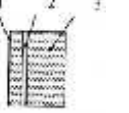
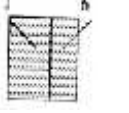
1. От каких факторов зависит безопасность зданий и сооружений?
2. Какие Вы знаете виды производственных стен?
3. От чего зависит степень долговечности стен?
4. Какие материалы используют для изготовления производственных стен?
5. Сравните основные достоинства и недостатки однослойных и многослойных панелей.

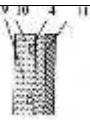
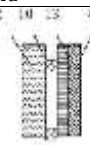
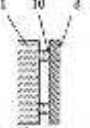
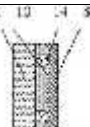
## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Проектирования подпорных стен и стен подвалов /Центр н.-и. и про-ект. ин-т. пром. зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1990. - 104 с.
2. СНиП 2.02.01 - 83. Основания зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1983.
3. СНиП 2.09.03 - 85. Сооружения промышленных зданий. - М.: Стройиздат, 1985.
4. Буренин В.А. Основы промышленного строительства. – М.: Высшая школа, 1984.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Типовые конструкции стен

| № | Эскиз                                                                                                                                                     | Серия                                                                          | Конструктивный элемент<br>толщиной, мм                                                                                                                                                                                                                                 | Воздуш.<br>промеж.   | Объемный<br>вес, кг/м <sup>3</sup>                                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 |  <p>1 – фактурное покрытие краской, облицовка<br/>2-ж/б балка-стенка</p> | I-464,<br>1605A, ЛГ-602<br>II-49,<br>1605AM<br><br>ПЗ0/12<br>ТКБ<br>Г<br>ОПР-1 | Сплошная железобетонная панель, 120 мм<br><br>Сплошная железобетонная панель, 140 мм<br>Сплошная железобетонная панель, 160 мм<br>Сплошная железобетонная панель, 180мм<br>Шлакобетонная стена 250 мм<br>Газобетонная панель 240 мм<br>Керамзитобетонная панель 120 мм |                      | 2400<br><br>2400<br>2400<br>2400<br>1800-1200<br>1000-300<br>1800-500 |
| 2 |  <p>1 – ж/б стена, панель,<br/>2 – воздушный зазор</p>                   | I-480, I-434<br>3-ОБП-5-60<br>БК-3, БК-4<br>БК-4                               | Гипсобетонные панели 2 × 80,<br>Аглопоритобетонные панели 2 × 60,<br>Железобетонные панели 2 × 40,<br>Железобетонные панели 2 × 50                                                                                                                                     | 40<br>60<br>40<br>50 | 1200<br>1800-1000<br>2400<br>2400                                     |
| 3 |  <p>3-панель,<br/>4-минерал. плиты,<br/>5-цемент. раствор</p>            | К-7-3                                                                          | Железобетонная панель 30 мм<br>Минераловатные плиты (мягкие, полужесткие, жесткие) 75 мм<br>Цементный раствор 35 мм                                                                                                                                                    |                      | 2400<br><br>300-50<br>1800                                            |
| 4 |  <p>1-ж/б панель,<br/>2-воздушный зазор<br/>3-панель</p>               | К-7-3                                                                          | Железобетонная балка-стена 40 мм<br>Гипсобетонная панель 80мм                                                                                                                                                                                                          | 10                   | 2400<br>1200,1000,<br>800                                             |
| 5 |  <p>1-ж/б панель,<br/>2-газобетонные блоки толщиной 50 мм</p>          | I-464,<br>1605A<br><br>ТУ 6-05-11-78-78                                        | Железобетонная панель 120 мм<br>Газобетонные блоки 50 мм<br>Пенополистирол, 50 мм                                                                                                                                                                                      |                      | 2400<br>1000-300<br>150-100                                           |

|    |                                                                                     |                                                                                  |                                                                                                                                                                   |       |                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|
| 6  |    | I-464,<br>1605A<br>ТУ 6-05-11-<br>78-78<br><br>ГОСТ<br>18124-75                  | Железобетонная панель 120 мм<br>Пенополистирол, 30 мм<br><br>Штукатурка известковая 20 мм<br>Асбестоцементная прессованная<br>плита, 25 мм                        |       | 2400<br>150-100<br><br>1800<br>1800, 1600 |
| 7  |    | ОПР-1<br><br>ГОСТ<br>8486-66<br>ГОСТ<br>21880-76                                 | Керамзитобетонная панель 120 мм<br>+ штукатурка 25 мм<br>Деревянный брус, 24×48 мм, через<br>500 мм<br><br>Минераловатные маты 25 мм<br><br>Гипсовая плита, 12 мм |       | 1800-500<br>1800<br>500<br><br>50<br>1200 |
| 8  |    | ГОСТ 379-<br>79(II-32)<br>ГОСТ<br>8486-66<br>ГОСТ<br>10632-77                    | Стена из силикатного кирпича, 145<br>мм<br><br>Деревянный брус 24×24 мм<br><br>Древесностружечная плита 25 мм<br>Воздушный зазор<br>Штукатурка, 15 мм             | 24 мм | 1800<br>500<br><br>1000<br>1800           |
| 9  |   | I-464,<br>1605A<br>ГОСТ<br>8486-66<br>ГОСТ<br>18124-75                           | Железобетонная панель 120 мм<br>Деревянный брус 40×60 мм<br><br>Асбестоцементная плита, 25 мм                                                                     | 60    | 2400<br>500<br><br>1800, 1600             |
| 10 |  | I-464,<br>1605A<br>ГОСТ<br>8486-66<br>ТУ 400-1-<br>61-74<br><br>ГОСТ<br>18124-75 | Железобетонная панель 120 мм<br>Деревянный брус 40×60 мм<br><br>Минераловатные плиты на<br>крахмальной связке, 60 мм<br><br>Асбестоцементная плита, 25 мм         |       | 2400<br>500<br><br>200<br>1800, 1600      |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Варианты заданий

| №<br>п/п | Конструкция<br>стены | Регион, город   | Назначение здания                       |
|----------|----------------------|-----------------|-----------------------------------------|
| 1        | 1                    | Азов            | Городская администрация                 |
| 2        | 2                    | Алагир          | Кинотеатр                               |
| 3        | 3                    | Анапа           | Банк                                    |
| 4        | 4                    | Армянск         | Учебное заведение                       |
| 5        | 5                    | Астрахань       | Конструкторское бюро                    |
| 6        | 6                    | Белгород        | Сборочный цех ( $j = 40 \%$ )           |
| 7        | 7                    | Белогорск       | Механический цех ( $j = 55 \%$ )        |
| 8        | 8                    | Волгоград       | Травильный цех ( $j = 80 \%$ )          |
| 9        | 9                    | Грозный         | Термический цех $Q = 25 \text{ Вт/м}^2$ |
| 10       | 10                   | Екатеринбург    | Учебный корпус школы                    |
| 11       | 1                    | Калининград     | Детский сад                             |
| 12       | 2                    | Красноярск      | Больница                                |
| 13       | 3                    | Межгорье        | Музей                                   |
| 14       | 4                    | Мирный          | Городская администрация                 |
| 15       | 5                    | Мурманск        | Кинотеатр                               |
| 16       | 6                    | Новороссийск    | Банк                                    |
| 17       | 7                    | Оренбург        | Учебное заведение                       |
| 18       | 8                    | Подольск        | Конструкторское бюро                    |
| 19       | 9                    | Пятигорск       | Театр                                   |
| 20       | 10                   | Ростов-на-Дону  | Сборочный цех ( $j = 40 \%$ )           |
| 21       | 1                    | Санкт-Петербург | Торговый центр                          |
| 22       | 2                    | Самара          | Гостиница                               |
| 23       | 3                    | Таганрог        | Учебный корпус школы                    |
| 24       | 4                    | Симферополь     | Детский сад                             |
| 25       | 5                    | Севастополь     | Больница                                |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1 - Нормативный температурный перепад  $\Delta t^n$ , °C для наружных стен

| № п/п | Назначение здания или помещения                                               | Нормативный температурный перепад $\Delta t^n$ , °C для наружных стен |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1     | Госпиталь, больница                                                           | 6                                                                     |
| 2     | Учебные корпуса школы                                                         | 6                                                                     |
| 3     | Детский сад, ясли                                                             | 6                                                                     |
| 4     | Спальные корпуса школ                                                         | 6                                                                     |
| 5     | Другие общественные здания, кроме указанных в п.п. 1-4                        | 7                                                                     |
| 6     | Вспомогательные здания промышленных предприятий                               | 7                                                                     |
| 7     | Производственные здания с сухим влажностным режимом (условия эксплуатации А)  | 10                                                                    |
| 8     | Производственные здания с нормальным режимом (условия эксплуатации А)         | 8                                                                     |
| 9     | Производственные здания с мокрым или влажным режимом (условия эксплуатации В) | 7                                                                     |
| 10    | Производственные здания с избытком явного тепла более 23 Вт/м <sup>2</sup>    | 12                                                                    |

Таблица 2 - Расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $t_n$ , °C

| № п/п | Тепловая инерция D конструкции стены, определенная по п.3.3 | Расчетная зимняя температура наружного воздуха $t_n$ , °C (таблица 5) |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1     | До 1,5 (безынерционная)                                     | Абсолютная минимальная температура                                    |
| 2     | Св. 1,5 до 4 (малая инерционность)                          | Средняя температура наиболее холодных суток                           |
| 3     | Св. 4 до 7 (средняя инерционность)                          | Средняя температура наиболее холодных трех суток                      |
| 4     | Св. 7 (большая инерционность)                               | Средняя температура наиболее холодной пятидневки                      |

Таблица 3 – Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

| Наименование материала      | Плотность | Расчетные коэффициенты                  |                                 |                                         |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
|                             |           | Теплопроводность<br>$\lambda$ , Вт/м °С | Теплоусвоение<br>$s$ , Вт/м³ °С | Паропроницаемость,<br>$\mu$ , мг/м ч Па |
| 1.Железобетон               | 2500      | 1,92                                    | 17,98                           | 0,03                                    |
| 2.Шлакобетон                | 1600      | 0,52                                    | 7,98                            | 0,09                                    |
| 3.Газобетон                 | 1000      | 0,41                                    | 6,13                            | 0,11                                    |
| 4.Керамзитобетон            | 1000      | 0,33                                    | 5,03                            | 0,14                                    |
| 5.Гипсобетон                | 1200      | 0,41                                    | 6,01                            | 0,098                                   |
| 6.Листы гипсовые обшивочные | 800       | 0,19                                    | 3,34                            | 0,075                                   |
| 7.Аглопоритобетон           | 1600      | 0,72                                    | 9,39                            | 0,083                                   |
| 8.Цементный раствор         | 1800      | 0,76                                    | 9,6                             | 0,09                                    |
| 9.Штукатурка известняковая  | 1600      | 0,7                                     | 8,69                            | 0,12                                    |
| 10.Силикатный кирпич        | 1800      | 0,76                                    | 9,77                            | 0,11                                    |
| 11.Минераловатные плиты     | 300       | 0,087                                   | 1,32                            | 0,41                                    |
| 12.Пенополистерол           | 150       | 0,052                                   | 0,89                            | 0,05                                    |
| 13.Асбестоцементные плиты   | 1800      | 0,47                                    | 7,55                            | 0,03                                    |
| 14.Минераловатные маты      | 125       | 0,064                                   | 0,73                            | 0,3                                     |
| 15.Древесностружечная плита | 600       | 0,13                                    | 3,93                            | 0,13                                    |
| 16.Деревянный брус          | 500       | 0,14                                    | 3,87                            | 0,06                                    |

Таблица 4 – Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности стены

| № п/п | Материал наружной поверхности стены                                             | Коэффициент поглощения солнечной радиации $\gamma$ |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | Железобетон, шлакобетон, газобетон, керамзитобетон, гипсобетон, аглопоритобетон | 0,7                                                |
| 2     | Листы гипсовые обшивочные                                                       | 0,65                                               |
| 3     | Цементный раствор                                                               | 0,3                                                |
| 4     | Штукатурка известковая                                                          | 0,7                                                |
| 5     | Силикатный кирпич                                                               | 0,6                                                |
| 6     | Плитка облицовочная керамическая                                                | 0,8                                                |
| 7     | Асбестоцементная плита                                                          | 0,65                                               |

Таблица 5 – Расчетная температура наружного воздуха  $t_n$ , °C

| № п/п | Регион, (город) | Средне-месячная темп-ра воздуха за июль | Макс. амплитуда сут. колеб. темп-ры за июль | Абсолют. миним. тем-ра | Средняя темп-ра наиболее холодных суток | Средняя темп-ра наиболее холодных трех суток | Средняя темп-ра наиболее холодной пяти суток |
|-------|-----------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1     | Азов            | 18,9                                    | 10,8                                        | -36                    | -25                                     | -15                                          | -10                                          |
| 2     | Алагир          | 18,7                                    | 11,2                                        | -33                    | -27                                     | -15                                          | -10                                          |
| 3     | Анапа           | 18,4                                    | 11,0                                        | -34                    | -23                                     | -15                                          | -10                                          |
| 4     | Армянск         | 18,5                                    | 10,9                                        | -34                    | -23                                     | -15                                          | -10                                          |
| 5     | Астрахань       | 18,4                                    | 11,3                                        | -34                    | -24                                     | -15                                          | -10                                          |
| 6     | Белгород        | 19,7                                    | 10,5                                        | -32                    | -22                                     | -15                                          | -10                                          |
| 7     | Белогорск       | 17,6                                    | 10,3                                        | -30                    | -22                                     | -15                                          | -10                                          |
| 8     | Волгоград       | 18,6                                    | 11,4                                        | -32                    | -23                                     | -15                                          | -10                                          |
| 9     | Грозный         | 20,5                                    | 11,1                                        | -34                    | -24                                     | -15                                          | -10                                          |
| 10    | Екатеринбург    | 20,9                                    | 11,3                                        | -36                    | -26                                     | -15                                          | -10                                          |
| 11    | Калининград     | 17,8                                    | 10,0                                        | -32                    | -23                                     | -15                                          | -10                                          |
| 12    | Красноярск      | 20,0                                    | 11,4                                        | -34                    | -24                                     | -15                                          | -10                                          |
| 13    | Межгорье        | 18,6                                    | 11,2                                        | -36                    | -24                                     | -15                                          | -10                                          |
| 14    | Мирный          | 20,4                                    | 11,9                                        | -31                    | -23                                     | -15                                          | -10                                          |
| 15    | Мурманск        | 21,5                                    | 11,2                                        | -38                    | -22                                     | -15                                          | -10                                          |
| 16    | Новорос-сийск   | 21,6                                    | 11,4                                        | -34                    | -24                                     | -15                                          | -10                                          |
| 17    | Оренбург        | 20,2                                    | 11,4                                        | -28                    | -20                                     | -10                                          | -8                                           |
| 18    | Подольск        | 19,2                                    | 10,8                                        | -32                    | -22                                     | -15                                          | -10                                          |
| 19    | Пятигорск       | 22,0                                    | 8,7                                         | -28                    | -17                                     | -8                                           | -5                                           |
| 20    | Ростов-на-Дону  | 22,5                                    | 11,7                                        | -32                    | -21                                     | -10                                          | -8                                           |
| 21    | Санкт-Петербург | 22,9                                    | 11,6                                        | -30                    | -20                                     | -10                                          | -8                                           |
| 22    | Самара          | 22,5                                    | 12,6                                        | -32                    | -21                                     | -10                                          | -8                                           |
| 23    | Таганрог        | 21,6                                    | 12,1                                        | -26                    | -17                                     | -6                                           | -4                                           |
| 24    | Симфери-поль    | 22,3                                    | 8,4                                         | -22                    | -13                                     | -6                                           | -4                                           |
| 25    | Севастопо-ль    | 23,8                                    | 8,7                                         | -25                    | -15                                     | -6                                           | -4                                           |

Таблица 6 – Максимальное и среднее значение суммарной солнечной радиации  $I_{max}$ ,  $I_{cp}$ , минимальная из средних скоростей ветра за июль

| №<br>п/п | Регион, (город) | Максим.<br>значение<br>суммарной<br>солнечной<br>радиации<br>$I_{max}$ | Среднее<br>значение<br>суммарной<br>солнечной<br>радиации<br>$I_{cp}$ | Минимальная<br>из средних<br>скоростей<br>ветра за июль | Максимальная<br>из средних<br>скоростей<br>ветра за<br>январь |
|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1        | Азов            | 35,91                                                                  | 9,93                                                                  | 3,1                                                     | 4,2                                                           |
| 2        | Алагир          | 36,11                                                                  | 9,76                                                                  | 3,3                                                     | 4,8                                                           |
| 3        | Анапа           | 37,23                                                                  | 8,99                                                                  | 2,8                                                     | 4,3                                                           |
| 4        | Армянск         | -                                                                      | -                                                                     | 3,4                                                     | 5,1                                                           |
| 5        | Астрахань       | -                                                                      | -                                                                     | 2,9                                                     | 4,3                                                           |
| 6        | Белгород        | 38,03                                                                  | 9,58                                                                  | 2,2                                                     | 2,9                                                           |
| 7        | Белогорск       | -                                                                      | -                                                                     | 2,9                                                     | 4,4                                                           |
| 8        | Волгоград       | 36,15                                                                  | 9,37                                                                  | 2,6                                                     | 4,1                                                           |
| 9        | Грозный         | 36,53                                                                  | 8,55                                                                  | 3,8                                                     | 5,4                                                           |
| 10       | Екатеринбург    | -                                                                      | -                                                                     | 3,7                                                     | 5,1                                                           |
| 11       | Калининград     | -                                                                      | -                                                                     | 2,6                                                     | 3,9                                                           |
| 12       | Красноярск      | -                                                                      | -                                                                     | 3,2                                                     | 4,5                                                           |
| 13       | Межгорье        | -                                                                      | -                                                                     | 2,8                                                     | 3,8                                                           |
| 14       | Мирный          | -                                                                      | -                                                                     | 3,5                                                     | 4,8                                                           |
| 15       | Мурманск        | -                                                                      | -                                                                     | 3,7                                                     | 5,3                                                           |
| 16       | Новороссийск    | 36,03                                                                  | 9,37                                                                  | 3,8                                                     | 6,2                                                           |
| 17       | Оренбург        | 34,84                                                                  | 9,03                                                                  | 2,2                                                     | 2,1                                                           |
| 18       | Подольск        | -                                                                      | -                                                                     | 3,0                                                     | 3,8                                                           |
| 19       | Пятигорск       | 33,3                                                                   | 8,75                                                                  | 3,9                                                     | 5,6                                                           |
| 20       | Ростов-на-Дону  | -                                                                      | -                                                                     | 2,7                                                     | 3,8                                                           |
| 21       | Санкт-Петербург | -                                                                      | -                                                                     | 3,4                                                     | 4,5                                                           |
| 22       | Самара          | 34,34                                                                  | 9,79                                                                  | 3,3                                                     | 4,7                                                           |
| 23       | Таганрог        | 34,48                                                                  | 8,99                                                                  | 3,9                                                     | 5,1                                                           |
| 24       | Симферополь     | 34,48                                                                  | 8,99                                                                  | 4,1                                                     | 5,1                                                           |
| 25       | Севастополь     | 34,48                                                                  | 8,99                                                                  | 4,0                                                     | 5,1                                                           |

Примечание. Неуказанные значения максимальной и средней суммарной солнечной радиации  $I_{max}$ ,  $I_{cp}$ , принимаются равными 32,52 МДж/м<sup>2</sup>, и 8,23 МДж/м<sup>2</sup>.

Таблица 7 – Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

| №<br>п/п | Материалы и конструкции                      | Толщина слоя,<br>мм | Сопротивление воздухопроницанию, м <sup>2</sup> · ч Па/кг |
|----------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1        | Бетоны                                       | 100                 | 19620                                                     |
| 2        | Кирпичная кладка на цементнопесчаный раствор | 250                 | 18                                                        |
| 3        | Листы асбестоцементные                       | 6                   | 196                                                       |
| 4        | Деревостружечная плита                       | 10                  | 3,3                                                       |
| 5        | Пенополистирол                               | 50-100              | 79                                                        |
| 6        | Гипсовые листы                               | 10                  | 20                                                        |
| 7        | Минераловатные плиты                         | 50                  | 2                                                         |
| 8        | Штукатурка цементно-песчаная                 | 15                  | 373                                                       |
| 9        | Штукатурка известковая                       | 15                  | 142                                                       |

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕН ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Методические указания**

Редактор – *О.В. Дмитриева*

*Составители:* **Ничкова** Лариса Александровна,  
**Хоменко** Тамара Юрьевна

Изд. № 20/18. Объем 1,25 п.л.  
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»