НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ ГОССТРОЯ СССР
(НИИСФ)

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Москва — 1967

gost.e-ecolog.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ ГОССТРОЯ СССР
(НИИСФ)

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА — 1967

УДК 69.022.3.001 2

«Пособие по проектированию ограждающих конструкций зданий» включает основные требования и рекомендации по проектированию ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

В Пособии приведены примеры теплотехнических и влажностных расчетов, а также звукоизоляции, долговечности ограждающих конструкций, технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов и методы определения оптимального сопротивления теплопередаче ограждений зданий.

Разработано НИИ строительной физики с участием ЦНИИЭП жилища, ЦНИИПромзданий, НИИМосстроя, МИСИ им. Куйбышева, Промстройпроекта, Гипросельстроя, Гипроисельхоза, ЦНИИЭП учебных зданий.

Редакторы: д-р техн. наук проф. **Н. В. Морозов** (главный редактор), кандидаты техн. наук **П. Н. Умняков, Л. Ф. Янкелев,** инж. **Я. И. Линецкий** (НИИСФ Госстроя СССР), **С. Д. Ковригин** (МИСИ им. Куйбышева).

3—2—4

План I кв. 1966 г., п. 2

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Пособие по проектированию ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий содержит основные рекомендации по проектированию, теплотехническому и звукоизоляционному расчету, оценке долговечности и экономики тепло- и звукоизоляции зданий.

В Пособии даются подробные примеры использования формул, приведенных в СНиП, при теплотехнических и звукоизоляционных расчетах. Отсутствие до настоящего времени иллюстрированных примеров затрудняло проектировщикам правильно использовать формулы.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Отдельные разделы Пособия составлены:

раздел I, глава 1 — ЦНИИЭП жилища (канд. техн. наук А. А. Шеренцис) с участием НИИСФ, Ленпромстройпроекта, НИИМосстроя, МИСИ им. Куйбышева, ЦНИИПромзданий, Промстройпроекта и Гипросельстроя; главы 2—3 — НИИСФ (д-р техн. наук Н. В. Морозов) с участием ЦНИИЭП жилища (инж. М. А. Луппов), ЦНИИПромзданий (инж. Н. С. Добромыслов), Промстройпроекта (инж. А. М. Шиманович), Гипросельстроя (инженеры В. М. Кунин, В. М. Беляев, Б. В. Чтверткин) и Гипронисельхоза (инж. А. А. Бельская); глава 4 — ЦНИИЭП жилища (канд. техн. наук Н. Я. Спивак, инж. Д. К. Баулин) с участием ЦНИИПромзданий, Промстройпроекта и Гипронисельхоза; глава 5 — ЦНИИЭП жилища (д-р техн. наук А. И. Фоломин, канд. техн. наук Е. В. Кричевская) и НИИСФ (канд. техн. наук Е. П. Левитан) с участием ЦНИИПромзданий, Промстройпроекта (инж. А. М. Шиманович), Гипросельстроя и Гипронисельхоза, НИИСантехники; глава 6 — НИИСФ (д-р техн. наук Н. М. Гусев и инж. Т. А. Га-

вазова), ЦНИИЭП жилища (арх. А. А. Зуев), ЦНИИПромзданий (канд. техн. наук В. А. Дроздов и инж. Ю. П Александров).

раздел II, глава 7 — НИИСФ (кандидаты техн. наук Л. Ф. Янкелев, П. Н. Умняков) с участием НИИМосстроя; глава 8 — НИИСФ (кандидаты техн. наук М. А. Золотарев, А. А. Круглова) и МИСИ им. Куйбышева (д-р техн. наук В. М. Ильинский) с участием НИИМосстроя, Промстройпроекта (инж. А. М. Шимановича); глава 9 — НИИМосстроем (д-р техн. наук К. Ф. Фокин), НИИСФ (канд. техн. наук П. М. Брдлик); глава 10 — НИИСФ (кандидаты техн. наук В. К. Ивашкова, П. П. Денисов, П. М. Брдлик, Б. С. Межевников) с участием НИИМосстроя, Промстройпроекта; глава 11 — НИИМосстроем (канд. техн. наук А. С. Гиндоян) и НИИСФ (кандидат техн. наук А. Л. Усов); глава 12 — НИИМосстроем (канд. техн. наук Р. Е. Брилинг), ЦНИИЭП жилища (канд. техн. наук Е. Н. Семенова), НИИСФ (канд. техн. наук И. Я. Шикунов); глава 13 — НИИСФ (доктора техн. наук О. Е. Власов, А. У. Франчук, кандидаты техн. наук С. И. Пермяков и М. А. Гуревич), НИИМосстроем (д-р техн. наук К. Ф. Фокин) и МИСИ им. Куйбышева (д-р техн. наук В. М. Ильинский);

раздел III, глава 14 — НИИСФ (кандидаты техн. наук В. Н. Никольский, Е. В. Репина), УралНИИСтромпроект (д-р техн. наук В. И. Заборов), МИТЭП (инженеры Э. М. Лалаев, Ю. И. Шнейдер), НИИМосстроем (канд. техн. наук Р. Е. Брилинг, инж. Н. П. Баландин).

раздел IV, глава 15 — НИИСФ (д-р техн. наук О. Е. Власов, канд. техн. наук Г. Г. Еремеев);

раздел V, глава 16 — НИИСФ (инж. Я. И. Линецкий) с участием НИИЭС (канд. техн. наук Н. А. Сидорова), ВНИИПИ Теплопроект (инж. Э. С. Родов); глава 17 — МИСИ им. Куйбышева (канд. техн. наук Л. Д. Богуславский) с участием ЦНИИПромзданий (инж. И. А. Лупаков), НИИСФ (инж. Я. И. Линецкий) и ЦНИИЭП жилища (инж. С. И. Беляновский).

Пособие рассмотрено и одобрено ученым советом НИИСФ Госстроя СССР.

Все замечания по содержанию настоящего Пособия просьба направлять по адресу: Москва, И-238, Локомотивный проезд, 21, НИИСФ.

РАЗДЕЛ I

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Пособие по проектированию ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных (в том числе сельскохозяйственных) зданий составлено на основе глав II части СНиП.

(СНиП II-В.6-62 [1], п. 1.1 [2]). Настоящие нормы распространяются на проектирование ограждающих конструкций зданий: наружных и внутренних стен, перегородок, перекрытий, полов, покрытий, кровель, проемов и их заполнения (окон, фонарей, дверей, ворот).

Примечание. При проектировании ограждающих конструкций зданий или помещений, к температурно-влажностному режиму которых предъявляются особые требования, или помещений с наличием агрессивной среды (холодильников, производственных помещений предприятий химической промышленности, цветной металлургии и пр.) следует учитывать дополнительные требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям в указанных условиях соответствующими нормативными документами.

1.2. Требования, предъявляемые к отдельным видам ограждающих конструкций, принимаются в соответствии со СНиП и рекомендациями Пособия.

(СНиП II-В.6-62, п. 1.2). Ограждающие конструкции следует проектировать с соблюдением требований экономики и индустриализации строительства, как правило, из крупноразмерных унифицированных стандартных или типовых комплексных элементов заводского изготовления с наибольшей степенью готовности (включая защитные и отделочные слои) и с учетом технологии изготов-

[1] В ссылках СНиП II-В.6-62 и II-А.7-62 дается текст переизданных глав с изменениями, принятыми на июнь 1967 г.

[2] Пункты из глав СНиП включены в текст Пособия с соответствующей пунктуацией и отчеркнуты вертикальной чертой.

ления, использования местных строительных материалов и применения транспортных и монтажных механизмов, отвечающих местным условиям строительства. Ограждающие конструкции должны предусматриваться с минимальным количеством типоразмеров изделий.

1.3. При проектировании типовых изделий для ограждающих конструкций следует учитывать условия механизированного изготовления на специализированных предприятиях. Элементы сборных железобетонных конструкций рекомендуется укрупнять (стремясь к равновесомости), насколько позволяют условия изготовления, транспортировки и монтажа. При проектировании армированных конструкций в целях индустриализации арматурных работ ненапрягаемую арматуру следует предусматривать преимущественно из плоских унифицированных сварных элементов (каркасов и сеток) возможно меньшего количества типоразмеров, выполняемых с помощью многоточечных и других высокопроизводительных электросварочных машин; при этом объемные арматурные каркасы рекомендуется предусматривать из плоских элементов, соединяемых с помощью электросварки. Следует стремиться к тому, чтобы количество примененных в одной конструкции или в одном элементе типов и диаметров арматуры было минимальным.

Арматурная сталь для армирования элементов ограждающих конструкций должна применяться в соответствии с требованиями СНиП I-В.4-62 «Арматура для железобетонных конструкций» и СНиП II-В.1-62 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования». Монтажные петли должны быть изготовлены из круглой гладкой горячекатаной арматурной стали класса А-I марок ВСт.3, ВкСт.3, ВкСт.3пс.

1.4. Ограждающие конструкции следует проектировать с применением типовых изделий, включенных в действующие каталоги номенклатуры изделий и ГОСТы.

При отсутствии ГОСТа или типового решения на каждый новый вид изделия ограждающей конструкции проектной и научно-исследовательской организациями совместно с головным предприятием-изготовителем должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке технические условия. Технические условия должны содержать указания по применению изделия, тре-

бования, предъявляемые к изделию по конструктивному решению, к применяемым материалам технологии изготовления, способам транспортировки, складирования и монтажа, устанавливать методы контроля качества изделия, допускаемые отклонения. Правила приемки, маркировка и паспортизация изделий устанавливаются в соответствии с указаниями СНиП I-В.5-62 «Железобетонные изделия. Общие указания», других разделов СНиП части I «Строительные материалы, изделия и конструкции» и рекомендациями настоящего пособия.

1.5. При разработке типовых проектов рекомендуется предусматривать возможность взаимозаменяемости материалов в ограждающих конструкциях.

1.6 (СНиП II-В.6-62, п. 1.3). Ограждающие конструкции должны обладать необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью, долговечностью и огнестойкостью, удовлетворять общим архитектурным, эксплуатационным, санитарно-гигиеническим, теплотехническим и светотехническим требованиям соответствующих глав СНиП.

Надежность ограждающих конструкций должна быть обеспечена правильным выбором материалов и конструктивным решением здания и его элементов.

Необходимые прочность, жесткость и устойчивость ограждающих конструкций и их узлов при возведении и эксплуатации должны определяться расчетом. При определении нагрузок следует учитывать также нагрузки, возникающие от температурных и усадочных воздействий.

Требуемые прочность и устойчивость конструкций в процессе их возведения могут быть в необходимых случаях обеспечены устройством временных креплений (связей, распорок, расчалок, подкосов и т. п.), а для зданий с наружными самонесущими стенами также путем закрепления конструкций при монтаже и продольными и поперечными наружными стенами.

В сборных конструкциях особое внимание должно быть обращено на прочность, жесткость и долговечность соединений.

При расчетах на прочность, жесткость и устойчивость ограждающих конструкций надлежит руководствоваться: СНиП II-В.1-62 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования», СНиП II-В.2-62 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирова-

ния», СН 321-65 «Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов», СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования», СН 175-61 «Указания по применению виброкирпичных панелей в строительстве зданий», СН 165-61 «Указания по проектированию конструкций из автоклавных силикатных бетонов», СН 99-60 «Технические условия проектирования армированных конструкций из автоклавных ячеистых бетонов», СН 279-64 «Указания по проектированию железобетонных конструкций из легких бетонов марок 100 и ниже».

1.7. Конструкции узлов соединений элементов ограждающих конструкций и стальных закладных деталей в них должны обеспечить надежную передачу усилий на элемент конструкции с помощью рассчитываемых и надежным образом заделанных анкеров, а в возможных случаях — путем приварки стальных закладных деталей в рабочей арматуре элементов. При этом должна быть обеспечена прочность самого элемента в зоне передачи на него усилий от стыка.

1.8. При проектировании ограждающих конструкций необходимо учитывать условия эксплуатации конструкции и требования экономичности эксплуатации здания.

1.9 (СНиП II-В.6-62, п. 1,4). Требуемые эксплуатационные качества наружных ограждающих конструкций[1], определяемые сопротивлением теплопередаче, воздухо- и паропроницанию, теплоустойчивостью, влажностным состоянием и другими теплотехническими показателями, климатической характеристикой района строительства, а также внутренних ограждающих конструкций, разделяющих помещения с расчетными температурами, отличающимися на 10° С и более, назначаются согласно указаниям главы СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования».

1.10. Выбор теплоизоляционных материалов и определение толщины наружных ограждений следует производить с учетом как первоначальных затрат, так и эксплуатационных расходов на отопление. (См. главу 17.)

1.11 (СНиП II-В.6-62, п. 1.5). Взаимное расположение отдельных слоев ограждающих конструкций должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможность накопления влаги в ограждении в процес-

[1] См. также раздел II настоящего Пособия.

се эксплуатации. При этом расчетом должны быть проверены требования главы СНиП II-А.7-62 о недопустимости накопления влаги за годовой период, а также об ограничении накопления влаги (не более величин, допускаемых нормами) к концу периода влагонакопления. (См. также главу 13 настоящего Пособия).

1.12 (СНиП II-В.6-62, п. 1.6). Долговечность ограждающих конструкций определяется сроком их службы без потери требуемых эксплуатационных качеств в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации.

Степени долговечности ограждающих конструкций устанавливаются следующие:

I степень со сроком службы не менее 100 лет;
II » » » » » » 50 »
III » » » » » » 20 »

1.13 (СНиП II-В.6-62, п. 1.7). Требуемая степень долговечности ограждающих конструкций для зданий различного назначения приводится в соответствующих главах II части СНиП и нормах проектирования этих зданий в зависимости от класса зданий.

Примечания: 1. Для ограждающих конструкций зданий IV класса требования к долговечности не нормируются.

2. Допускается понижение требований к долговечности тех элементов конструкций, которые по условиям эксплуатационного режима технически возможно и экономически целесообразно возобновлять при ремонтах (например, кровля, чистые полы, отделочные слои, заполнение проемов и др.).

1.14 (СНиП II-В.6-62, п. 1.8). Требуемую степень долговечности ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, биостойкость, стойкость против коррозии, высокой температуры, циклических температурных колебаний и других разрушающих воздействий окружающей среды), а также соответствующими конструктивными решениями, предусматривающими в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций, выполняемых из недостаточно стойких материалов.

1.15 (СНиП II-В.6-62, п.1.9). Долговечность отдельных элементов, от которых зависит общий срок службы ограждающих конструкций (стальные закладные и крепежные детали, связи, узлы их сопряжения и др.), должны быть не ниже требуемой долговечности всей конструкции. (См. главу 15 настоящего пособия.)

1.16. Морозостойкость материалов ограждающих конструкций характеризуется количеством циклов замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии, которое выдерживают материалы без видимых повреждений (разрушений, расслоений, шелушения, растрескивания, выкрашивания), а также без снижения прочности, согласно указаниям соответствующих государственных стандартов.

Для панелей наружных стен и цоколей зданий и сооружений проектная марка материала по морозостойкости устанавливается в соответствии с требованиями главы СНиП II-В.2-62. Морозостойкость материалов (Мрз) для внешней части кладки наружных стен (на глубину до 12 *см*) в зависимости от степени долговечности конструкций должна отвечать требованиям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1 (СНиП II-В.2-62)

Требуемые марки по морозостойкости для внешних частей кладки наружных стен

№ п/п	Вид конструкций	Значение Мрз при степени долговечности конструкции		
		I	II	III
1	Наружные стены или их облицовка в зданиях с влажностным режимом помещений:			
	а) сухим и нормальным	25	15	10
	б) влажным	35	25	15
	в) мокрым	50	35	25
2	Выступающие горизонтальные и наклонные элементы каменных конструкций и облицовок, не защищенные водонепроницаемыми покрытиями (парапеты, наружные подоконники, карнизы, пояски, обрезы, цоколи и другие части зданий, подвергающиеся усиленному увлажнению от дождя и тающего снега)	35	25	15
3	Фундаменты и подземные части стен:			
	а) из искусственных камней и бетона	35	25	15
	б) из природного камня	25	15	15

Примечания: 1. Нормы морозостойкости, указанные в табл. 1, в пп. 1 и 2, установлены для средних климатических условий СССР.

Для районов побережий Ледовитого и Тихого океанов на ширину 100 *км* требования морозостойкости повышаются на одну ступень, но не выше Мрз50.

Для районов восточнее и южнее линии, проходящей через Грозный, Волгоград, Саратов, Куйбышев, Орск, Караганду, Семипалатинск, нормы морозостойкости снижаются на одну ступень, но не ниже Мрз10.

2. Требования морозостойкости могут быть снижены на одну ступень, но не ниже Мрз10 в следующих случаях:

а) для наружных стен помещений сухих и с нормальной влажностью (п. 1, «а»), при защите их морозостойкими облицовками с наружной стороны, удовлетворяющими требованиям табл. 1, толщиной не менее 35 *мм* (защитные штукатурки не снижают требований морозостойкости);

б) для наружных стен влажных и мокрых помещений (пп. 1, «б» и 1, «в») при защите их с внутренней стороны гидроизоляцией или пароизоляцией;

в) для свежеизготовленного силикатного кирпича в наружных стенах помещений сухих и с нормальной влажностью (п. 1, «а») с учетом повышения морозостойкости со временем;

г) для элементов каменных конструкций, подвергающихся усиленному увлажнению, и для фундаментов (пп. 2 и 3) при защите их от влажности гидроизоляцией;

д) для фундаментов и подземных частей стен в маловлажных грунтах при уровне грунтовых вод на глубине 3 *м* и более от планировочной отметки земли (п. 3) при устройстве тротуаров или отмосток.

3. Морозостойкость тонких облицовок (при толщине менее 35 *мм*) должна отвечать требованиям на одну ступень выше указанных в пп. 1 и 2 табл. 1, но не выше Мрз50.

4. При уровне грунтовых вод менее 1 *м* от планировочной отметки земли требования морозостойкости к фундаментам и подземных частям стен повышаются на одну ступень.

5. Требования испытания морозостойкости не предъявляются к природным каменным материалам, которые на опыте прошлого строительства показали достаточную морозостойкость в аналогичных условиях службы, а также ко всем каменным материалам в районах с расчетной зимней температурой выше —10° С.

1.17. Ограждающие конструкции и их элементы с применением древесины, камыша, костры и других материалов органического происхождения следует в необходимых случаях защищать от поражения грибками-древоразрушителями, насекомыми-древоточцами, а также от возгорания. Для указанных целей используются антисептики, инсектициды и антипирены, которые применяются с учетом условий эксплуатации конструкций, деталей и изделий. Антисептическая и огнезащитная обработка элементов конструкций, деталей, изделий и ма-

териалов, подлежащих обязательной защите, и способы обработки должны быть указаны в проектах.

Основные способы антисептической обработки конструкций, деталей и изделий из древесины и других органических материалов приведены в табл. 1 главы СНиП III-В.8-62.

Основные способы огнезащитной обработки конструкций, деталей и изделий из древесины приведены в табл. 2 главы СНиП III-В.8-62. Материалы, применяемые для антисептической, инсектицидной и огнезащитной обработки строительных конструкций, изделий и деталей, приведены в главе СНиП I-В.28-62.

1.18. Стойкость ограждающих конструкций против коррозии обеспечивается либо применением материалов и изделий, стойких против коррозии, либо нанесением антикоррозионных покрытий. Материалы для защиты от коррозии характеризуются повышенной по сравнению с другими сохранностью и долговечностью в условиях агрессивной среды, воды, паров, газов, растворов кислот, солей и щелочей, органических растворителей. Покрытие бетоном или цементным раствором плотной структуры толщиной защитного слоя не менее 10 *мм* со стороны помещения и 20 *мм* с наружной стороны здания следует считать одним из основных мероприятий по защите арматуры и соединительных стальных деталей от коррозии.

Материалы для защиты конструкций от коррозии должны удовлетворять требованиям главы СНиП I-В.27-62.

Места антикоррозионных покрытий и порядок их нанесения, а также основные требования к ним должны быть указаны в проектах зданий или на рабочих чертежах ограждающих конструкций.

Указания по защите конструкций от коррозии должны разрабатываться в соответствии с главой СНиП III-В.6-62. (См. также СН 262—63. «Указания по проектированию антикоррозийной защиты строительных конструкций промышленных зданий в производствах с агрессивными средами».)

В крупнопанельных и каркасно-панельных зданиях стальные закладные детали и сварные соединения панелей наружных стен и совмещенных покрытий между собой и с примыкающими к ним панелями внутренних стен, перекрытий и элементов каркаса должны иметь

Таблица 2 (СНиП II-А.5-62, табл. 2)

Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости частей зданий или сооружений в *ч*

Степень огнестойкости зданий или сооружений	Части зданий или сооружений					
	несущие и самонесущие стены, стены лестничных клеток, колонны	заполнение фахверка каркасных стен и навесные панели	междуэтажные и чердачные перекрытия	совмещенные покрытия	перегородки (ненесущие)	противопожарные стены (брандмауэры)
I	Несгораемые 3	Несгораемые 1	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1	Несгораемые 1	Несгораемые 4
II	Несгораемые 2,5	Несгораемые 0,25	Несгораемые 1	Несгораемые 0,25	Несгораемые 0,25	Несгораемые 4
III	Несгораемые 2	Несгораемые 0,25	Трудносгораемые 0,75	Сгораемые —	Трудносгораемые 0,25	Несгораемые 4
IV	Трудносгораемые 0,5	Трудносгораемые 0,25	Трудносгораемые 0,25	Сгораемые —	Трудносгораемые 0,25	Несгораемые 4
V	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Несгораемые 4

защитное антикоррозионное покрытие, выполняемое в соответствии с требованиями СН 206-62 «Временные указания по антикоррозийной защите стальных закладных деталей и сварных соединений в крупнопанельных зданиях».

Антикоррозионная защита соединительных накладок и закладных деталей выполняется на заводах железобетонных изделий, а мест сварных соединений — на строительстве.

1.19. Предел огнестойкости и группа возгорания ограждающих конструкций здания должны соответствовать степени огнестойкости данного здания.

В зависимости от требуемой степени огнестойкости ограждающих конструкций пределы огнестойкости принимаются согласно данным табл. 2.

Примечания: 1. Применение открытых металлических конструкций в производственных зданиях промышленных предприятий регламентируется главой СНиП II-М.2-62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования». В общественных зданиях применение открытых металлических конструкций допускается для покрытий помещений пролетами 12 *м* и более.

2. Для самонесущих стен, применяемых в каркасных зданиях, жесткость и устойчивость которых обеспечивается каркасом, пределы огнестойкости, указанные в табл. 2, могут быть уменьшены на 50%.

3. Для зданий II и III степеней огнестойкости допускается применение навесных стеновых панелей с заполнением трудносгораемыми утеплителями (цементным фибролитом и другими равноценными по возгораемости материалами), защищенными со всех сторон несгораемыми материалами.

Для одноэтажных зданий III степени огнестойкости, за исключением зданий зрелищных предприятий и детских учреждений, допускается применение навесных стеновых панелей с заполнением сгораемыми утеплителями при условии защиты их со всех сторон несгораемыми материалами.

4. Пределы огнестойкости ригелей рамных конструкций применяются по графе «Междуэтажные и чердачные перекрытия» табл. 3.

5. Пределы огнестойкости несущих перегородок принимаются по графе «Несущие и самонесущие стены, стены лестничных клеток, колонны» табл. 3.

6. Увеличение пределов огнестойкости или групп возгораемости одной или нескольких конструкций не является достаточным для отнесения здания или сооружения к более высокой степени огнестойкости.

7. Не допускается устройство с пустотами каркасных стен или перегородок, выполненных из сгораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных несгораемыми материалами.

1.20 (СНиП II-А.5-62, п. 2.4). Обрешетку крыш и стропила в зданиях с чердаками, а также перегородки (щитовые остекленные или со стальной сеткой при высо-

те глухой части не более 1,2 *м* от уровня пола), полы и отделку стен (панели и т. п.), двери, ворота, переплеты окон и фонарей в зданиях всех степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми, за исключением дверей, ворот, крышек люков и заполнения оконных проемов в противопожарных преградах, а также за исключением случаев, указанных в п. 3.6 настоящей главы.

1.21 (СНиП II-А.5-62, п. 2.5). Кровли совмещенных покрытий в зданиях всех степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми. Кровли в зданиях с чердаками III—V степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми, а в зданиях I и II степеней огнестойкости — *только несгораемыми.*

При несгораемых конструкциях крыш допускается применение сгораемых кровельных материалов независимо от степени огнестойкости здания.

Примечания: 1. Применение сгораемых кровель по сгораемому основанию при размещении зданий ближе 30 *м* от железнодорожных путей организованного движения поездов с паровозами, работающими на твердом топливе, не допускается.

2. Применение кровель из теса, гонта, деревянных кровельных плиток, камыша, стружки, щепы и соломы не допускается, за исключением случаев, указанных в соответствующих главах СНиП.

3. Для совмещенных покрытий допускается применение сгораемого утеплителя по несгораемому основанию при условии разделения утеплителя несгораемыми противопожарными поясами шириной 50 *см* на отсеки площадью не более 2000 $м^2$. Применение утеплителя из трудносгораемых материалов допускается без устройства противопожарных поясов.

1.22 (СНиП II-А.5-62, п. 2.7). В зданиях I и II степеней огнестойкости перекрытия над подвальными или цокольными этажами принимаются по табл. 2, по графе «Междуэтажные и чердачные перекрытия».

В зданиях III степени огнестойкости при трудносгораемых перекрытиях над первым и вышележащим этажами перекрытия над подвальными и цокольными этажами должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 *ч.*

В случаях, когда над первыми и вышележащими этажами принимаются несгораемые перекрытия, пределы огнестойкости перекрытий над подвальными и цокольными этажами должны быть такими же, как и для вышерасположенных этажей.

В зданиях IV и V степеней огнестойкости перекрытия над подвальными или цокольными этажами допускается

устраивать трудносгораемыми с пределом огнестойкости не менее 0,75 *ч*.

1.23. Характеристики элементов ограждающих конструкций в зависимости от степени огнестойкости здания определяются согласно табл. 3 (СНиП II-А.5-62).

Примечания: 1. Пределы огнестойкости приведены в данном приложении для бетона и железобетона с крупными наполнителями (гравием, щебнем). Пределы огнестойкости конструкций, выполненных из песчанистого бетона или раствора, устанавливаются испытаниями.

2. Пределы огнестойкости стен принимаются вне зависимости от наличия в них проемов.

3. Толщина штукатурки и затирки включается в общую толщину конструкций.

4. Толщина конструкции из пустотелых керамических блоков считается как наименьшая суммарная толщина сплошных стенок сечения блоков.

5. Для пустотелых гипсовых блоков предел огнестойкости уменьшается на 30%.

6. В таблице указана толщина деревянной части полотнища. В обшивке, обращенной в сторону возможного огневого воздействия, рекомендуется прорезать до древесины полотнища два отверстия, располагаемых в центрах каждой половины полотнища. Если сторона возможного огневого воздействия на полотнище неизвестна, то отверстия следует прорезать в обеих обшивках. Диаметр (d) в *см* отверстия в обшивке определяется по формуле $d=6\sqrt{F}$, где F — площадь полотнища в $м^2$.

Отверстия в обшивке должны быть наглухо закрыты накладками, припаянными на сплавах с температурой плавления не выше 350° С.

В таблице указана толщина деревянной части полотнища.

Асбестовый картон, применяемый для обшивки деревянных полотнищ дверей, люков и ворот, допускается заменять войлоком толщиной 15 *мм*, вымоченным в глиняном растворе, при этом пределы огнестойкости, указанные в таблице, уменьшаются на 15%.

7. Значения пределов огнестойкости для конструктивных элементов промежуточных размеров определяются по интерполяции.

8. Пределы огнестойкости вибрированных армосиликатобетонных конструкций, а также конструкций из армированных керамзитобетона и термозитобетона принимаются такими же, как для железобетонных конструкций.

9. Пределы огнестойкости конструкций из армопено- или газобетона, армопеносиликатобетона, армопенокерамзитобетона и армопенотермозитобетона принимаются как для железобетонных с коэффициентом 1,3.

1.24. Ограждающие конструкции, являющиеся одновременно противопожарными преградами (противопожарные стены — брандмауэры и перекрытия), должны проектироваться согласно указаниям главы СНиП II-А.5-62.

Таблица 3 (приложение 1 к СНиП II-А.5-62)

Пределы огнестойкости и группы возгораемости строительных конструкций

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции в *см*	Предел огнестойкости в *ч*	Группа возгораемости
	Стены и перегородки			
1	Сплошные стены и перегородки из обыкновенного и дырчатого глиняного обожженного, а также силикатного кирпича, бетона, бутобетона и железобетона (см. примечания 1, 2, 3)	6,5	0,75	Несгораемые
		12,5	2,5	То же
		25	5,5	»
		38	11	»
2	Стены и перегородки из природного камня, легкобетонных камней, пустотелых шлакобетонных блоков, облегченных кирпичных кладок с заполнением легким бетоном, теплоизоляционными несгораемыми или трудносгораемыми материалами (см. примечания 1, 2, 3)	6,5	0,5	»
		12,5	1,6	»
		25	4	»
		38	7	»
3	Перегородки из пустотелых керамических камней (см. примечание 4)	3	0,5	»
		6	1,5	»
4	Стены из волнистых асбестоцементных листов или волнистой листовой стали по стальному каркасу	—	0,25	»
5	Перегородки гипсовые, гипсошлаковые и гипсоволокнистые при содержании органической массы до 8% по весу (см. примечание 5)	5	1,3	»
		8	2,2	»
		10	2,7	»
6	Фахверковые стены из кирпича, бетонных и естественных камней со стальным каркасом:			
	а) незащищенным	—	0,25	»
	б) защищенным штукатуркой по сетке при толщине штукатурки 2,5 *см*	—	0,75	»
	в) облицованным кирпичом при толщине облицовки в *см*:			
	6,5	—	2	»
	12	—	4	»

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции в *см*	Предел огнестойкости в *ч*	Группа возгораемости
7	Сплошные деревянные стены и перегородки, оштукатуренные с двух сторон при толщине слоя штукатурки 2 *см*	10	0,6	Трудносгораемые
		15	0,75	То же
		20	1	»
		25	1,25	»
8	Деревянные каркасные стены и перегородки, оштукатуренные или обшитые с двух сторон гипсовой сухой штукатуркой или асбестоцементными листами:			
	а) заполнение сгораемыми материалами	—	0,5	»
	б) заполнение несгораемыми материалами	—	0,75	»
9*	Фибролитовые, с затиркой или оштукатуренные с двух сторон стены и перегородки с деревянным каркасом	10	0,75	»
	Перекрытия и покрытия			
14	Железобетонные конструкции жилых и общественных зданий:			
	а) плиты серий ПО-59-12; ПВ-59-12; ПП-32-8; ПТР-40-4	—	1	Несгораемые
	б) плиты серий ПК-47-10; ПТК-30-12; ПТО-30-12	—	1,5	То же
	в) прогоны серии ПТ-60	—	1	»
	г) тавровые балки серий БТ-40 и БТ-64	—	1	»
	д) перемычки серий БУГ-28; БУ-28; ШУ-18	—	1	»
15	Железобетонные конструкции производственных зданий промышленных предприятий:			
	а) плиты серий ПК-01-61; ПК-01-72; ПК-01-74; ПК-01-92; ПК-01-99; ИИ-64; ПК-01-100; ПК-01-111; ПК-01-112; ПК-01-117; ПК-01-119; ПК-01-120	—	1	»
	б) балки серии ПК-01-115	—	1	»

* Часть таблицы (пп. 10—13), касающаяся несущих конструкций, не приводится.

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции в *см*	Предел огнестойкости в *ч*	Группа возгораемости
	в) балки серий ПК-01-06; ПК-01-89; ПК-01-103; ПК-01-104; ПК-01-116; ПП-01-01; ИИ-63	—	1,5	Несгораемые
16	Перекрытия и покрытия по стальным конструкциям при несгораемом заполнении:			
	а) при незащищенных стальных конструкциях	—	0,25	То же
	б) при защите стальных конструкций слоем бетона или штукатурки по сетке толщиной в *см*:			
	1	—	0,75	»
	2	—	2	»
17	Покрытия из волнистых асбестоцементных или стальных листов по стальным незащищенным балкам или прогонам	—	0,25	»
18	Перекрытия деревянные с накатом или подшивкой, оштукатуренные по драни или по сетке при толщине штукатурки 2 *см*	—	0,75	Трудносгораемые
19	Перекрытия по деревянным балкам с гипсовым накатом при защите слоем гипса или штукатурки по сетке толщиной 2 *см*	—	1	То же
	Заполнение проемов в противопожарных преградах			
	Окна, фонари, фрамуги			
20	Заполнение проемов пустотелыми стеклянными блоками при кладке их на цементном растворе и армирований горизонтальных швов при толщине блоков	6 10	1,5 2	Несгораемые

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции в *см*	Предел огнестойкости в *ч*	Группа возгораемости
21	Заполнение проемов одинарными железобетонными или стальными переплетами с армированным стеклом с креплением стекол стальными шплинтами, кляммерами или клиновыми зажимами	—	0,75	Несгораемые
22	Заполнение проемов одинарными железобетонными или стальными переплетами с армированным стеклом с креплением стекол стальными уголками	—	0,9	То же
23	То же, при двойных железобетонных, а также стальных переплетах с креплением стекол стальными шплинтами, кляммерами или клиновыми зажимами	—	1,2	»
24	Заполнение проемов одинарными стальными переплетами с закаленным стеклом с креплением стекол стальными шплинтами или кляммерами	—	0,25	»
	Двери, люки и ворота			
25	Со стальными пустотелыми (с воздушными прослойками) полотнищами	—	0,5	»
26	То же, при заполнении прослойки минеральными войлоком или ватой	8	1,3	»
27	С деревянными полотнищами, обшитыми кровельной сталью по асбестовому картону толщиной не менее 0,5 *см* (см. примечание 6)	3 4	1,2 1,7	Трудносгораемые
28	Двери с полотнищами из столярной плиты с двухсторонней облицовкой фанерой, подвергнутые глубокой пропитке огнезащитными составами	4 6	0,6 1	То же

1.25 (СНиП II-В.6-62, п. 1.10). Размеры конструктивных элементов ограждающих конструкций и проемов в них должны соответствовать требованиям глав СНиП I-А.3-62 «Применение единой модульной системы при назначении размеров сборных конструкций и изделий» и II-А.4-62 «Единая модульная система в строительстве. Основные положения проектирования».

При назначении размеров элементов следует руководствоваться также «Указаниями по унификации объемно-планировочных параметров и конструкций жилых и общественных зданий» и «Основными положениями по унификации конструкций производственных зданий» (СН 223-62).

1.26 (СНиП II-В.6-62, п. 1.11). Сопряжения (стыки) сборных элементов ограждающих конструкций должны удовлетворять требованиям прочности, долговечности, а в необходимых случаях — тепло- и звукоизоляции и, в зависимости от эксплуатационных условий, быть воздухо- и влагонепроницаемыми. Все стальные закладные детали и соединительные элементы должны быть расположены в конструкциях таким образом, чтобы исключалась возможность их разрушения от коррозии в течение общего срока службы здания; в необходимых случаях стальные закладные детали и соединительные элементы должны быть защищены от коррозии проверенными надежными способами.

Конструкция сопряжений должна обеспечивать минимальную трудоемкость и высокую технологичность изготовления и монтажа элементов конструкций и зданий в целом.

При проектировании крупнопанельных зданий следует руководствоваться «Временными указаниями по замоноличиванию, герметизации и утеплению стыков в крупнопанельных зданиях» (ВСН 7-64).

1.27 (СНиП II-В.6-62, п. 1.12). Влажностный режим внутренних помещений зданий в зависимости от относительной влажности воздуха ($\varphi_в$) следует принимать следующим:

сухим при $\varphi_в < 50\%$;
нормальным при $\varphi_в = 50—60\%$;
влажным при $\varphi_в = 61—75\%$;
мокрым при $\varphi_в > 75\%$.

Относительная влажность принята при температуре внутреннего воздуха $t_в = 18 \div 20°$ С.

Расчеты влагонакопления и влагопроницания конструкций следует производить, руководствуясь рекомендациями главы 13 настоящего Пособия.

ГЛАВА 2

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НАРУЖНЫМ И ВНУТРЕННИМ СТЕНАМ

2.1. Настоящая глава распространяется на проектирование наружных и внутренних стен и перегородок зданий.

При проектировании стен и перегородок следует учитывать основные рекомендации, изложенные в главах 1, 2 и 3 настоящего Пособия.

2.2 (СНиП I-В.10-62, п. 2.7). Допуски размеров крупных бетонных блоков устанавливаются по классу точности не ниже 10-н. При этом допускаемые отклонения от размеров крупных бетонных блоков не должны превышать по длине и ширине: —8, +4 *мм*, по толщине ±5 *мм*.

2.3. В соответствии с главой СНиП I-В.5.1-62 допуски размеров стеновых панелей устанавливаются по классу точности не ниже 10. При этом допускаемые отклонения от размеров стеновых панелей не должны превышать для панелей длиной до 6 *м* включительно: по длине ±8 *мм*, по ширине ±5 *мм* и по толщине ±5 *мм*; для панелей длиной более 6 *м*: по длине ±10 *мм*, по ширине ±5 *мм* и по толщине ±5 *мм*.

Отклонения размеров стеновых панелей по другим параметрам не должны превышать (в *мм*):

По разности диагоналей одной грани	±15
» отклонениям в положении оконных и дверных проемов и отверстий для вентиляционных каналов . .	±5
По перекосу проемов (разница длин диагоналей) . . .	±10
» толщине защитного слоя рабочей арматуры	±5
» отклонениям положения закладных деталей в плоскости панелей	±5
По отклонениям из плоскости	±10
» толщине утеплителя	±5

Для отдельного вида изделий (панелей) допуски должны приниматься в соответствии с ГОСТами на панели (см., например, ГОСТ 11024—64 «Панели керамзи-

тобетонные для наружных стен жилых и общественных зданий»).

2.4. В чертежах элементов конструкций следует предусматривать распалубочные уклоны граней (за исключением наружного контура), панелей, ребер, проемов и т. д. не менее $^1/_7$, а в местах пересечения ребер с плитой или ребер между собой — предусматривать закругления радиусом 2 *см* или вуты.

2.5. Панели наружных стен жилых, общественных и производственных зданий, имеющие расстояние между опорами 6 *м* и более, должны быть рассчитаны на ветровую нагрузку. Величина прогиба от ветровой нагрузки должна быть не более $^1/_{300}$.

2.6 (СНиП II-В.6-62, п. 2.1) [1]. Требуемые сопротивления теплопередаче воздухо- и паропроницанию наружных стен, а также температуры на отдельных участках их внутренней поверхности, установленные нормами главы СНиП II-А.7-62, должны быть обеспечены не только в пределах всех глухих участков стен, включая и места стыков сборных элементов, но и на участках, расположенных по периметру проемов, в углах стен, а также в местах примыкания к наружным стенам балконов, транспортерных галерей, цокольных, междуэтажных и чердачных перекрытий, покрытий и т. п.

Величина сопротивления теплопередаче слоистых панелей наружных стен крупнопанельных жилых домов должна быть не менее 1,1 $R_0^{тр}$.

2.7 (СНиП I-В.5.1-62, п.4.8). Для контроля теплотехнических качеств панелей наружных стен следует производить по требованию заказчика взвешивание панелей в выборочном порядке. Отклонения фактического веса от теоретического допускаются не более 7%.

Примечание. См. также ГОСТы и ТУ. На головных предприятиях по изготовлению сборных элементов наружных ограждений при лабораториях рекомендуется организовать группы по определению теплотехнических характеристик элементов (коэффициентов теплопроводности, влажности, объемного веса, сопротивления теплопередаче конструкции в целом и др.).

2.8 (СНиП II-В.6-62, п. 2.2). Наружные углы легких (по классификации главы СНиП II-А.7-62) стен отапливаемых помещений, кроме помещений с сухим ре-

[1] См. «Бюллетень строительной техники» № 10, 1965, стр. 12.

жимом (см. п. 1.12 настоящих норм), в случае, если не производится специального расчета температурного поля угла, должны быть предохранены от отсыревания и промерзания путем увеличения на 20% требуемого сопротивления теплопередаче угловых участков стен (на расстоянии половины ее толщины, считая от внутреннего ребра угла).

Примечание. Требование п. 2.2 не распространяется на стены помещений, в которых допускается образование конденсата на поверхности ограждений.

2.9. В южных районах страны наружные стены должны быть рассчитаны в отношении воздействия на них солнечной радиации. Примеры расчетов стен на солнечную радиацию приведены в главе 10 настоящего Пособия.

2.10 (СНиП II-В.6-62, п. 2.5). В районах, где толщина и конструкция наружных стен зданий определяются условиями защиты внутренних помещений от перегрева, допускается в этих стенах устраивать сплошные воздушные прослойки, вентилируемые наружным воздухом, а также защищать наружные поверхности стен от действия прямых солнечных лучей путем специальной окраски или применения солнцезащитных устройств или средств (лоджий, галерей, веранд, карнизов, козырьков, озеленения и т. п.).

2.11 (СНиП II-В.6-62, п. 2.3). Устройство вытяжных вентиляционных или дымовых каналов в наружных стенах запрещается.

Примечание. Дымовые и вентиляционные каналы могут быть устроены путем сооружения рядом с наружной стеной отдельно стоящих труб.

2.12 (СНиП II-В.6-62, п. 2.4). Воздушные прослойки в толще наружных стен зданий, термическое сопротивление которых учитывается теплотехническим расчетом ограждения по условиям холодного периода года, должны быть замкнутыми и иметь высоту не более высоты этажа или не более 3,6 *м*.

В наружных стенах зданий с мокрым и влажным режимом помещений допускается устройство воздушных прослоек только в случаях вентиляции этих прослоек наружным (при необходимости подогреваемым) воздухом; высота прослоек в этом случае не ограничивается.

2.13. Общая площадь каналов, борозд и ниш в любой несущей стене (кирпичной, блочной панельной и др.) на любом этаже не должна превышать $^1/_4$ площади поперечного, горизонтального сечения стены. При ослаблениях более $^1/_4$ поперечного сечения несущая способность стены должна быть проверена расчетом.

В нишах кирпичных стен шириной более 30 *см* поверху должна быть уложена перемычка или должен быть устроен армированный растворный слой.

Ниши и каналы должны устраиваться одновременно с кладкой.

2.14. Толщина сплошной воздушной прослойки в стенах принимается не менее 15 *мм* и не более 150 *мм*.

2.15 (СНиП II-В.6-62, п. 2.6). При проектировании наружных стен необходимо предусматривать мероприятия по ограничению их увлажнения вследствие:

а) впитывания внутрь стены, особенно через стыки конструкций, атмосферной влаги, смачивающей ее наружную поверхность;

б) впитывания влаги, конденсирующейся на внутренней поверхности, и проникания внутрь ограждения водяного пара;

в) воздействия влаги производственных и хозяйственно-бытовых процессов;

г) увлажнение стен вследствие впитывания грунтовой влаги.

Мероприятия по ограничению возможного увлажнения от воздействий, указанных в подпунктах «в» и «г», следует предусматривать также и при проектировании внутренних стен.

2.16 (СНиП II-В.6-62, п. 2.7). Для конструкций стен, наружная часть которых выполнена из влагоемких материалов, следует предусматривать защиту наружной поверхности от увлажнения атмосферной влагой устройством фактурного слоя, штукатурки или облицовки, а также путем нанесения защитных гидрофобных покрытий, а при недостаточной морозостойкости материалов — предусматривать защитные слои в соответствии с указаниями главы СНиП II-В.2-62 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования».

2.17 (СНиП II-В.6-62, п. 2.8). Защиту внутренней поверхности наружных стен и поверхностей внутренних стен от непосредственного впитывания влаги следует предусматривать в помещениях, где допускается конден-

сация влаги на внутренней поверхности стен или периодически производится промывка стен.

Изоляцию стен в этом случае следует выполнять либо облицовочными плитами с тщательным заполнением (разделкой) швов водонепроницаемыми растворами, либо сплошными водонепроницаемыми пленочными покрытиями или плотной водонепроницаемой штукатуркой.

Примечание. В производственных помещениях с мокрым и влажным режимом (см. п. 1.12 настоящих норм) стены, выполняемые из глиняного обыкновенного кирпича или бетона морозостойкостью Мрз35 и выше, для зданий III и IV классов допускается делать без защитного влагонепроницаемого слоя.

2.18 (СНиП II-В.6-62, п. 2.9). Пароизоляцию для защиты от проникания водяных паров в толщу стен следует предусматривать в соответствии с требованиями главы СНиП II-А.7-62.

Данные по применяемым материалам и расчету пароизоляции приведены в главе 13 настоящего Пособия.

Таблица 4

Температурно-влажностные режимы воздуха помещений зданий, при которых допускается применение стен из ячеистого бетона (пенобетон, газобетон, газосиликат, пеносиликат), без пароизоляции

Температура воздуха в помещении в *град*	Наибольшая относительная влажность воздуха помещений в % при различных температурах наружнего воздуха в *град*			
	—40 и ниже	—30	—20	—10
5	80	85	85	93
10	75	80	80	90
12	75	75	80	90
15	70	70	75	80
18	70	70	75	80
20	65	65	70	75
22	65	65	70	75

2.19 (СНиП II-В.6-62, п. 2.10). Для стен помещений с влажным и мокрым режимом (см. п. 1.12) не следует применять силикатный кирпич, пустотелые камни, легкие и ячеистые [1] бетоны, древесину, фибролит, а также дру-

[1] Область применения конструкций из ячеистых и легких бетонов в зависимости от температурно-влажностного режима зданий определяется специальным нормативным документом по проектированию конструкций из таких бетонов. См. также табл. 4 и 5 настоящего Пособия.

Таблица 5

Температурно-влажностные режимы воздуха помещений зданий, при которых допускается применение стен из керамзитобетона, шлакобетона, термозитобетона, без пароизоляции

Температура воздуха в помещении в *град*	Наибольшая относительная влажность воздуха помещений в % при различных температурах наружного воздуха в *град*			
	—40 и ниже	—30	—20	—10
5	85	90	90	93
10	80	85	85	90
12	80	80	85	90
15	75	75	80	85
18	75	75	80	85
20	70	70	70	75
22	70	70	70	75

гие влагоемкие или невлагостойкие, либо небиостойкие (для внутренних и наружных частей стен), или недостаточно морозостойкие (для наружных частей стен) материалы.

Примечания: 1. Требования п. 2.10 не распространяются на указанные материалы и конструкции, когда предусмотрены специальные конструктивные меры, обеспечивающие сохранение нормальной влажности материалов на весь период эксплуатации, а также когда эти материалы и конструкции предусматриваются в стенах животноводческих зданий IV класса с влажным режимом.

Эффективность мероприятий в части защиты стен от увлажнения влагой внутреннего воздуха следует проверять расчетом согласно указаниям главы СНиП II-А.7-62*.

2. Каменную кладку для стен помещений, указанных в п. 2.10, следует выполнять на тяжелых растворах со сплошным заполнением швов.

2.20 (СНиП II-В.6-62, п. 2.11). Все горизонтальные наружные участки стен, выступающие за их внешнюю плоскость более чем на 50 *мм*, а также другие части стен, подверженные воздействию атмосферной влаги (например, подоконные сливы, профилированные тяги и т. п.), должны иметь уклон не менее 10%, капельники и водонепроницаемые покрытия, обеспечивающие отвод атмосферной влаги от стен и защиту их от увлажнения.

2.21 (СНиП II-В.6-62, п. 2.12). Наружные и внутренние стены следует предохранять от грунтовой влаги пу-

* См. также раздел II настоящего Пособия.

тем устройства гидроизоляции. Основная обязательная во всех случаях горизонтальная гидроизоляция в нижней части или по всему верху цоколя должна быть расположена выше тротуара или отмостки у здания, но ниже отметки пола первого этажа.

Дополнительную горизонтальную гидроизоляцию следует предусматривать:

а) в стенах зданий с подвалами и цокольными этажами ниже уровня пола подвала или цокольного этажа;

б) в стенах из материалов с пониженной влагостойкостью (например, из трепельного кирпича и т. п.) выше цоколя.

Примечание. В зданиях со стенами из материалов с пониженной влагостойкостью верх фундамента или цоколя должен быть расположен на отметке, определяемой местными условиями рельефа, климата, в том числе толщиной снежного покрова, но не ниже 300 *мм* над уровнем спланированной поверхности земли либо уровнем тротуара или отмостки.

Гидроизоляция в наружных стенах должна обеспечивать от проникания влаги в перекрытия I этажа.

2.22 (СНиП II-В.6-62, п. 2.13). В стенах подвалов и цокольных этажей в зависимости от гидрогеологических условий и назначения помещения кроме горизонтальной гидроизоляции следует предусматривать и вертикальную гидроизоляцию, которую рекомендуется устраивать на наружной поверхности подземной части стен. При этом вертикальную гидроизоляцию следует соединять с горизонтальной.

2.23. Наружные проемы для окон, дверей, ворот и т. д. должны быть запроектированы таким образом, чтобы обеспечить надежные крепления оконных, дверных и других коробок, а также не допускать проникания дождя и влаги (см. главу 6, рис. 41 и 42).

КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН

Классификация, рекомендации по конструктивным решениям и применяемые материалы

2.24. Стены зданий и сооружений могут быть:

а) панельными — из различного вида материалов легкого, тяжелого и ячеистого бетона, керамики, асбестоцемента, алюминия, кирпича и др.;

б) крупноблочными — из легких и ячеистых бетонов, керамики, кирпича, арболита и др.;

в) кирпичными, керамическими или других видов штучных камней (бетона, самана, ракушечника и др.);

г) деревянными — брусчатые, щитовые и каркасно-обшивные;

д) каркасными (фахверковыми) — из железобетонных или металлических элементов с заполнением из сборных крупноразмерных или штучных элементов, в том числе из местных материалов.

2.25. Деревянные стены рекомендуется применять, как правило, для малоэтажных зданий в условиях, где лес является местным материалом. Для сборных (стандартных) домов должны применяться наружные и внутренние стены деревянной конструкции из деталей и изделий заводского изготовления.

Кирпичные (каменные) стены[1]

2.26. При проектировании кирпичных и из других видов каменных материалов стен надлежит максимально применять облегченные конструкции в сочетании с термоизоляционными плитами, легкобетонными вкладышами и воздушными прослойками.

В производственных и сельскохозяйственных зданиях с повышенной влажностью (более 75%) применять силикатный кирпич не рекомендуется (см. п. 2. 19).

2.27. Стены всех зданий из кирпича и керамических камней, сплошные и облегченные, за исключением стен с воздушными прослойками, а также стены, облицованные кирпичом, следует проектировать, как правило, без наружной штукатурки, но с расшивкой раствором швов кладки по фасаду.

Для лицевой кладки, как правило, применяется отсортированный кирпич силикатный, глиняный пустотелый полусухого и пластического прессования, а также отсортированный обыкновенный кирпич.

Внутренняя штукатурка или другой вид отделки, кроме простой окраски, стен производственных зданий из кирпича или керамических камней, допускается лишь в

---

[1] При проектировании кирпичных стен кроме рекомендаций настоящего Пособия надлежит пользоваться также «Указаниями по выбору типов стен из каменных материалов при проектировании зданий» (СН 344-65).

тех случаях, когда отделка требуется по условиям особенностей технологических процессов производства или по условиям влажностного режима воздуха помещения: стены без внутренней штукатурки со стороны помещений должны выполняться с расшитыми раствором швами или «вподрезку».

Примечание. При проектировании стен с применением штукатурки следует руководствоваться СН 304-65 «Указания об ограничении применения штукатурки в строительстве».

2.28. В районах широкого распространения природных легких каменных материалов таковые должны применяться в качестве основного стенового материала; применение стен из кирпича и из бетонных или керамических камней допускается только при надлежащем технико-экономическом обосновании.

2.29. При отсутствии или недостатке на месте строительства кирпича, бетонных и природных камней для малоэтажного строительства при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть применены грунтобетон и грунтобетонные камни в соответствии с указаниями «Инструкции по изготовлению и применению грунтобетона в строительстве» СН 23-58, а также саман и сырцовый кирпич (в районах с сухим климатом).

2.30. В малоэтажных зданиях и в верхних этажах многоэтажных зданий внутренние стены зданий из сплошной кладки должны иметь толщину, как правило, не более 250 *мм* при стенах из кирпича или керамических камней и 190 *мм* при стенах из бетонных и природных камней.

Примечание. Местные утолщения внутренних стен допускаются при размещении в них дымовых каналов. Утолщение внутренних стен для расположения в них вентиляционных каналов не рекомендуется.

В стенах из кирпича и мелких камней оконные и дверные проемы перекрываются сборными железобетонными перемычками (ГОСТ 948—58) или устраивается армированная рядовая перемычка.

Крупноблочные стены [1]

2.31. Крупные блоки для стен выполняются из бетона, кирпича, керамических камней и природного пиленого камня.

[1] При проектировании крупноблочных стен кроме требований

2.32 (СНиП I-В.10-62, п. 2.1). Крупные бетонные стеновые блоки применяются для наружных и внутренних стен зданий и сооружений, для стен подвалов и цоколей и в виде специальных блоков (вентиляционные, для санитарных узлов, карнизные и т. д.).

2.33 (СНиП I-В.10-62, п. 2.2). Крупные стеновые блоки подразделяются:

а) по конструкции на сплошные и пустотелые (в том числе с теплотехнически эффективными пустотами);

б) по виду применяемых бетонов на блоки из легких бетонов объемным весом до 1800 *кг/м*^{3} включительно (легкие бетоны на пористых заполнителях, ячеистые бетоны, крупнопористые бетоны на пористых заполнителях) и на блоки из тяжелых бетонов объемным весом свыше 1800 *кг/м*^{3} (тяжелые бетоны, крупнопористые бетоны на обычных плотных заполнителях).

Примечание. Сплошные блоки могут иметь конструктивные пустоты общей площадью до 15% площади сечения блока.

2.34 (СНиП I-В.10-62, п. 2.3). Марки бетона крупных блоков по прочности на сжатие должны быть:

из цементного тяжелого бетона — не менее 100, из легких бетонов — не менее 50;

из тяжелого (плотного) силикатного бетона для наружных и внутренних несущих стен зданий — не менее 150, для блоков стен подвалов и цоколей карнизных и других специальных блоков — не менее 250.

Марки бетона по морозостойкости (Мрз) должны быть: для блоков стен подвалов и цоколей из тяжелых бетонов — не менее 35, для блоков наружных стен зданий из всех видов бетонов — не менее 25.

2.35 (СНиП I-В.10-62, п. 2.5) [2]. Для изготовления бетонных блоков наружных стен подвалов и цоколей, блоков карнизов и других специальных блоков, а также для наружных и внутренних стен помещений с относи-

---

настоящей главы следует также учитывать указания: ТУ 106-55 «Технические условия на производство и применение крупных стеновых бетонных блоков», СН 29-58 «Технические условия на производство и применение крупных стеновых кирпичных блоков», СН 165-61 «Указания по проектированию конструкций из автоклавных силикатных бетонов», СН 287-65 «Указания по проектированию конструкций из ячеистых бетонов».

[2] Исследованиями НИИСФ легкий бетон допущен для стен помещений с повышенной влажностью (см. п. 2.19 и табл. 4 и 5).

тельной влажностью воздуха более 60% не допускается применять легкие бетоны на топливных шлаках, золах и горелых породах.

Применение блоков из силикатных бетонов не допускается в зданиях с мокрым режимом помещений, например в банях, прачечных, душевых и т. д.

2.36 (СНиП I-В.10-62, п. 2.6). Отделку наружных поверхностей крупных блоков наружных стен зданий следует производить:

а) цветным фактурным слоем из декоративного раствора, прочно связанным с бетоном блока, без трещин и отслаиваний, с обработкой этого слоя до или после твердения бетона;

б) окраской поверхности стойкими красителями;

в) вскрытием фактуры конструктивного слоя бетона.

Вид отделки и ее составы должны быть указаны в проекте здания или сооружения.

Цвет и текстура декоративного слоя должны соответствовать установленному проектом эталону и не иметь отклонений от него для всех изделий данного заказа.

Толщина декоративного слоя должна быть не менее 10 *мм*.

Внутренние поверхности блоков наружных стен и обе поверхности блоков внутренних стен должны быть подготовлены под окраску или оклейку обоями, если эта отделка предусматривается проектом.

2.37 (СНиП I-В.10-62, п. 2.8). В целях предохранения крупных блоков стен от околов ребра лицевых поверхностей должны иметь фаски.

Величина катета фасок должна быть не менее 15 *мм*.

2.38 (СНиП I-В.10-62, п. 2.9). Отпускная прочность бетона крупных блоков, изготовленных из цементных тяжелых бетонов и легких бетонов на пористых заполнителях, должна, как правило, устанавливаться в размере 70% проектной. Изготовление и отпуск крупных блоков с проектной прочностью допускаются только при соответствующем обосновании и должны указываться в проекте. Отпускная прочность бетона крупных силикатных блоков должна быть равной проектной прочности.

2.39. Стены из крупных блоков выполняются с разрезкой на монтажные элементы по двухрядной или трехрядной схемам.

Трехрядная разрезка применяется при наличии ограниченной мощности механизмов.

Все типы разрезки стен, как правило, решаются в варианте несущих стен, т. е. с передачей на крупные стеновые блоки нагрузок от вышерасположенных стен и перекрытий.

Блоки из ячеистых бетонов применяются только в самонесущих или навесных стенах.

Примечание. Применение ячеистых бетонов в конструкциях внутренних стен, а также в наружных несущих стенах допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании.

2.40. Узел сопряжения продольных и поперечных стен должен быть выполнен путем перевязки блоков или укладки арматурных связей в швах, а также путем устройства шпонок.

2.41. Блоки устанавливаются на слой раствора, а вертикальные швы между ними в одном ряду образуются заливкой вертикальных борозд в примыкающих блоках. Бетоны и раствор в швах принимаются не ниже марки 50.

2.42. Блоки, за исключением перемычек над проемами, не армируются. Для монтажных и транспортных операций в блоках устанавливаются монтажные петли.

Примечание. Допускается производить монтажные операции блоков без подъемных петель при наличии специальных проверенных в надлежащем порядке крановых захватов.

2.43. Образование четвертей в оконных и дверных проемах крупноблочных зданий рекомендуется путем применения простеночных блоков с четвертями. Размеры четвертей должны быть увязаны с размерами коробок.

Панельные стены [1]

2.44. Стеновые панели применяются в бескаркасных и каркасных зданиях, а также в зданиях из бетонных

[1] При проектировании панельных стен следует также руководствоваться ГОСТ 11309—65 «Дома жилые крупнопанельные. Основные технические требования», СН 321-65 «Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов», СН 175-61 «Указания по применению виброкирпичных панелей в строительстве зданий», СН 287-65 «Указания по проектированию конструкций из ячеистых бетонов».

объемных блоков, заранее собранных в заводских условиях из панелей в один монтажный элемент.

2.45. Стеновые панели разделяются:

а) по назначению на панели внутренних и наружных стен, фризов, парапетов, углов, карнизов, перемычек, подвалов и цоколей; панели могут быть с проемами и без них;

б) по конструкциям на однослойные и слоистые.

По виду воспринимаемых основных нагрузок стены из панелей проектируются несущими, самонесущими и навесными.

Несущие стены воспринимают нагрузку от собственного веса, перекрытий и покрытий и др., а также ветровую нагрузку, самонесущие стены воспринимают нагрузку только от собственного веса панелей и ветровую нагрузку, навесные стены (стены-экраны) воспринимают только нагрузку от собственного веса и ветровую нагрузку в пределах данной панели. При самонесущих и навесных стенах ветровая нагрузка передается на внутренние несущие стены или каркас здания.

При навесных стенах вертикальные нагрузки передаются от каждой панели на несущие внутренние стены или каркасы здания. Навесные стены могут иметь также специальный каркас для крепления панелей (фахверк). В последнем случае схема стены называется навесной панельно-каркасной.

Примечание. При определении слоистости панелей отделочные (фактурные) слои не учитываются. Однослойными называются панели, изготовленные из одного материала, выполняющие одновременно несущие и эксплуатационные (теплофизические, звукоизоляционные и др.) функции. Например, панель из легкого бетона со слоем декоративного бетона с фасадной стороны и отделочным растворным слоем со стороны помещения считается однослойной; слоистыми считаются панели, изготовляемые из различных материалов, выполняющие раздельно различные функции (несущие, теплоизоляционные и др.).

2.46. Однослойные панели проектируются из легкого, тяжелого и плотного силикатного и ячеистого бетонов; из виброкирпичной и виброкерамической кладки.

Слоистые панели проектируются двухслойными или трехслойными с несущим слоем из тяжелого, легкого или плотного силикатного бетона, армоцемента, виброкирпичного слоя в сочетании с различными эффективными утеплителями.

2.47. Однослойные панели наружных стен проектируются из следующих материалов:

а) легких бетонов на пористых заполнителях из керамзита (ГОСТ 11024—64), термозита, аглопорита, перлита и др. с объемным весом в высушенном до постоянного веса состоянии 800—1400 *кг/м*^{3} не ниже марки 50.

Морозостойкость легкого бетона наружных стеновых панелей должна быть не ниже Мрз25; цокольных панелей — не ниже Мрз35;

б) ячеистых бетонов объемным весом в высушенном состоянии 500—900 *кг/м*^{3} не ниже марки 35 и морозостойкостью не менее 25 циклов. Несущие панели наружных стен из автоклавных ячеистых бетонов допускаются из бетона марки не ниже 50;

в) тяжелого и плотного силикатного бетона и виброкирпичной кладки (для неотапливаемых зданий). Бетон для панелей принимается не ниже марки 150;

г) керамической кладки. Марка камня не ниже 100, раствора не ниже — 75.

Примечания: 1. Использование в конструкциях панелей легких бетонов объемным весом более 1400 *кг/м*^{3} и ячеистого — более 900 *кг/м*^{3} допускается в отдельных случаях исходя из местных условий.

2. Панели из ячеистых бетонов не рекомендуются применять в климатических подрайонах IБ, IГ, IIА, IIБ и IVБ (по классификации СНиП II-Л.1-62).

3. Панели из ячеистых бетонов не рекомендуется применять для цокольных этажей.

2.48. Слоистые панели проектируются из следующих материалов:

а) для несущих слоев — тяжелый и силикатный бетон марки 150—300, легкий бетон на пористых заполнителях не ниже марки 150 с объемным весом не более 1800 *кг/м*^{3}, виброкирпичный слой из кирпича и раствора не ниже марки 50;

б) для теплоизолирующего слоя двухслойных панелей — ячеистый бетон с объемным весом не более 500 *кг/м*^{3}, с пределом прочности при сжатии не менее 10 *кг/см*^{2}; легкий бетон, в том числе крупнопористый с объемным весом не более 600 *кг/м*^{3}, с пределом прочности при сжатии не ниже 10 *кг/см*^{2}.

2.49. В качестве утеплителя в трехслойных панелях могут применяться:

а) плиты и маты полужесткие минераловатные на фенольной связке с объемным весом не более 250 *кг/м*³, ГОСТ 9573—60 и ГОСТ 10499—63;

б) плиты полужесткие и жесткие из минеральной ваты на битумной связке с объемным весом не более 300 *кг/м*³, ГОСТ 9248—59 и ГОСТ 10140—62 (рекомендуется применять в I климатическом районе);

в) маты и плиты полужесткие стекловатные для строительства, ГОСТ 10499—63;

г) плиты из ячеистых автоклавных и неавтоклавных бетонов (пенобетонные, газобетонные и др.) с объемным весом не более 400 *кг/м*³, с пределом прочности при сжатии не ниже 15 *кг/см*², ГОСТ 5742—61;

д) плиты полистирольные с объемным весом не более 50 *кг/м*³, ГОСТ 9440—60; пенопласты ПС-4, ПС-Б, $\frac{\text{ТУ}}{\text{ГМСПСМ}}$ 50—64;

е) плиты цементно-фибролитные с объемным весом не более 400 *кг/м*³, ГОСТ 8928—58.

При формовании панелей, утепленных материалами, не имеющими водонепроницаемой оболочки, следует предусматривать изоляцию утеплителя водонепроницаемым картоном или пергамином.

В рассыпном виде минераловатные и стекловолокнистые изделия применять запрещается.

2.50. Навесные панели проектируются однослойными из легкого ячеистого или тяжелого бетона и трехслойными со слоями из железобетона, алюминия, нержавеющей стали, стеклопластика, асбестоцемента и армоцемента, стекла и др. и теплоизоляционного среднего слоя.

В теплоизоляционном слое применяются материалы, перечисленные в п. 2.49.

Наружные слои навесных панелей, выполняемых не из железобетона, между собой соединяются путем склеивания, точечной сварки или на винтовых болтах.

2.51. Навесные стеновые панели, как правило, прикрепляются к внутренним несущим стенам или каркасу здания. Навесные стеновые панели при вертикальном членении фасада прикрепляются к междуэтажным перекрытиям.

2.52. Разрезку стен жилых зданий на панели следует делать размерами на одну или две комнаты. Для общественных, производственных и многоэтажных жилых зданий может проектироваться ленточная разрезка.

Длина панели с обычной арматурой должна быть не более 6 *м*. Панели с пролетом более 6 *м* должны иметь, как правило, напряженную арматуру. Вес панели при грузоподъемности крана 5 *т* не должен превышать 4,5 *т*, при грузоподъемности крана 3 *т* он должен быть не более 2,75 *т*.

2.53. Вертикальные стыки панелей наружных стен должны совпадать с осями конструктивно-планировочной сетки здания. Вертикальные стыки следует располагать в местах сопряжений с поперечными стенами или перегородками или по оси колонн в каркасных зданиях. Горизонтальные стыки панелей размером на высоту этажа в жилых, общественных и производственных зданиях следует располагать на уровне верхней грани панелей перекрытий.

2.54. В жилых и общественных зданиях, а также в бытовых и других помещениях производственных зданий при схеме с поперечными несущими стенами в местах сопряжений внутренних стен или несущих перегородок с наружными стенами торцы панелей внутренних стен или несущих перегородок рекомендуется заводить за грань наружной стены не менее чем на 30 *мм*.

2.55. Панели наружных стен необходимо соединять с внутренними стенами или колоннами и перекрытиями, а также между собой при помощи сварки стальных закладных деталей соединительными стержнями или планками или устройства замоноличенного узла. Допускаются также болтовые соединения панелей.

Количество мест крепления должно быть не менее двух на одну сторону элемента. Суммарное сечение связей определяется статическим расчетом в каждом узле, но должно быть не менее 2 *см*^{2}.

Толщина стальных листов или профилей закладных деталей принимается не менее 6 *мм*.

2.56. Панели наружных стен из легких и тяжелых бетонов могут быть отделаны фактурным слоем из декоративного или цветного бетона или раствора присыпкой или прикаткой отдельных зерен дробленого камня, щебня или гравия, керамическими или другими облицовочными плитками, окраской бетонной поверхности стойкими красителями. Рекомендации по отделке панелей см. в приложении I.

Фасадный отделочный слой должен заводиться на

оконные и дверные откосы и не менее чем на 5 *см* на торцы панелей.

Морозостойкость раствора и бетона для наружного отделочного слоя панелей должна быть не ниже Мрз 35.

Асбестоцементные листы или плиты плоские облицовочные могут быть также окрашены с фасадной поверхности краской различного цвета или офактурены декоративным слоем.

2.57. В однослойных легкобетонных панелях толщину декоративного бетона принимают не менее 20 *мм*. Внутренняя сторона наружных панелей из легких бетонов с межзерновой пористостью покрывается слоем из отделочного раствора толщиной не более 15 *мм*. В климатических подрайонах IБ, IГ, IIА, IIБ, IVБ (по классификации СНиП II-Л.1-62) толщину защитно-декоративного слоя следует принимать на 10 *мм* больше или применять отделку панелей фасадной керамической плиткой на растворе марки 100 толщиной 15 *мм*; марка раствора или бетона для наружного фактурного слоя должна составлять не менее 100% и не более 200% от проектной марки бетона.

Примечание. Для наружных стен из ячеистых бетонов вместо отделочного слоя рекомендуется поверхность панели покрывать гидрофобными декоративными красками. (См. «Указания по отделке наружных поверхностей изделий из ячеистых бетонов цементными красками», НИИЖБ АСиА СССР. Госстройиздат, 1960).

Торцы панелей для защиты их от намокания следует покрывать на заводе гидрофобными составами.

2.58. Однослойные панели стен должны быть конструктивно армированы сварными каркасами[1]. Каркасы в панелях без проемов располагаются по ширине панели, по вертикали на расстоянии не более 1,4 *м* один от другого и по горизонтали — по верху и по низу панели.

В панелях с проемами, кроме того, сварные каркасы располагаются на уровне верха и низа проема и по его сторонам. Диаметр стержней конструктивной арматуры принимается не менее 5,5 *мм*, стержни каркасов, к которым привариваются закладные детали и подъемные петли, принимаются диаметром не менее 8 *мм*. Хомуты располагаются не реже чем через 300 *мм* и принимают-

[1] При применении электропрогрева при изготовлении панели армируются сварными сетками.

ся диаметром не менее 4 *мм*. Диаметр стержней арматуры перемычек и других ослабленных сечений устанавливается расчетом. Углы оконных и дверных проемов рекомендуется дополнительно армировать с фасадной стороны сварными сетками из 2—3-*мм* проволоки с

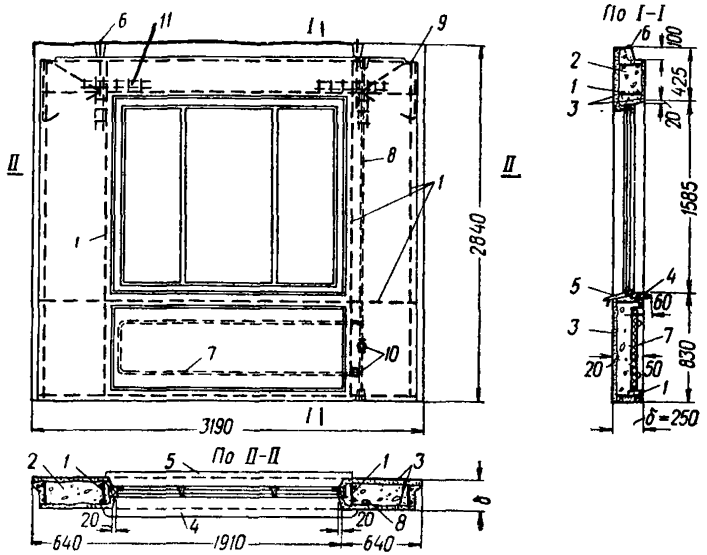


Рис. 1. Пример конструкции однослойной панели

1 — каркасы; *2* — керамзитобетон; *3* — отделочные слои; *4* — подоконная доска; *5* — слив; *6* — подъемная петля; *7* — бетонный нагревательный прибор; *8* — стояк; *9* — закладные детали и соединительные связи; *10* — регулировочные краны; *11* — арматурные сетки по углам

ячейками не более 50×50 *мм*. Такие сетки следует заводить за грани углов проемов по 300×300 *мм* (рис. 1).

При ленточной разрезке для жилых, общественных и промышленных зданий расстояние между вертикальными каркасами должно быть не более 2 *м*.

2.59. Толщина защитного слоя бетона для арматуры в панелях наружных стен из легкого и тяжелого бетона с наружной стороны и проемов должна быть не менее 20 *мм*, а со стороны помещения — не менее 15 *мм*. В панелях из ячеистого бетона защитный слой должен быть не менее 25 *мм*. В районах, перечисленных в п. 2.57, наружный защитный слой арматуры должен быть не менее 30 *мм*. Цокольные легкобетонные панели с наруж-

ной стороны защищаются слоем обычного бетона не ниже марки 150 толщиной 50 *мм*.

2.60. Панели из ячеистых бетонов, кроме сварных каркасов, рекомендуется армировать сварными сетками, расположенными по наружной поверхности панели. Сетки принимаются из холоднотянутой проволоки диаметром не менее 3 *мм* с ячейками не более 10×10 *см*.

Арматуру в панелях из ячеистых бетонов следует защищать антикоррозионными покрытиями из цементно-казеинового состава (СН 277-64 «Инструкция по технологии изделий из автоклавного ячеистого бетона», СН 262-63 «Указания по проектированию антикоррозионной защиты строительных конструкций промышленных зданий в производствах с агрессивными средами»).

2.61. В панелях при ленточной разрезке, служащих перемычками, с пролетом более 6 *м* рекомендуется применять предварительно напряженную арматуру. При проектировании панелей необходимо предусматривать конструкции, позволяющие обеспечивать надежную фиксацию проектного положения арматуры и закладных деталей.

2.62. Отдельные каркасы, сетки и закладные детали должны быть до укладки в панель соединены в один арматурный блок. Сборку блока необходимо делать в специальном кондукторе.

2.63. Подъемные петли в панелях следует устанавливать из неупрочненной стали, надежно заанкеровывая их в бетон крюками или приваркой к арматурным каркасам. Петли не должны выступать за грань панели. Количество подъемных петель следует назначать в зависимости от размеров панелей.

При длине панели до 6 *м* рекомендуется производить подъем панели за две подъемные петли, при длине более 6 *м* — за четыре петли. При весе панели до 2 *т* диаметр подъемной петли принимается 10 *мм*; от 2 до 3,5 *т* — 12 *мм*; от 3,5 до 5 *т* — 14 *мм*. Если петли не связаны с вертикальными каркасами, то длина заделки в бетон должна быть не менее 75 *см* (длина крюка не учитывается).

В конце петли (крюка) в панелях из легких и ячеистых бетонов рекомендуется дополнительно приваривать поперечно-арматурный стержень диаметром 12 *мм*, длиной 20 *см* или устанавливать сетку размером 20×

×20 *см* из холоднотянутой проволоки диаметром 5 *мм* с ячейками 5×5 *см*.

Допускается также проектировать панели, где предусмотрен подъем без применения петель, а с помощью специальных приспособлений (самозажимных захватов, струбцин и т. д.), надежно проверенных предварительными испытаниями, что должно быть оговорено в проекте.

2.64. В несущих стенах для опирания панелей перекрытий наружные стеновые панели должны иметь четверти глубиной: при схеме дома с внутренними поперечными стенами проектные размеры опирания панелей должны быть не менее 6 *см*, при схеме с уширенным шагом или с тремя продольными несущими стенами — не менее 8 *см*.

2.65. При отсутствии заполнителя, пригодного для получения легкого бетона объемным весом менее 1000 *кг/м*^{3}, рекомендуется применять двухслойные панели, несущий слой которых состоит из плотного легкого или тяжелого бетона марки 150—200, а теплоизоляционный — из крупнопористого легкого бетона прочностью 10—25 *кг/см*^{2} с объемным весом 500—600 *кг/м*^{3}.

Толщина несущего слоя панелей должна быть не менее 6 *см*. Несущий слой рекомендуется располагать с внутренней стороны помещения, а теплоизоляционный — снаружи (рис. 2).

Теплоизоляционный слой из крупнопористого бетона должен быть защищен снаружи слоем из бетона или раствора (в том числе декоративного) не ниже марки 75 толщиной не менее 30 *мм*.

2.66. При утеплителях, укладываемых способом заливки, двухслойные панели, как правило, конструируются железобетонными с ребрами по контуру или часторебристыми. Высота вертикальных несущих ребер должна приниматься в пределах $^1/_{20}$—$^1/_{15}$ высоты панели. Толщина плиты между ребрами должна быть не менее 3,5 *см*. Ширину железобетонных ребер принимают не менее 4 *см*. В несущих панелях ширину горизонтальных ребер следует принимать 60 *мм*.

2.67. В трехслойных бетонных панелях толщина слоев определяется по расчету. Соотношение толщин наружного и внутреннего слоев для панелей без пароизоляции должно быть не менее 1 : 1,25. Толщину слоя рекомендуется принимать не менее 5 *см*.

2.68. Часторебристые вибропрокатные скорлупы проектируются с горизонтальными и вертикальными ребрами, минимальное расстояние между которыми принимается 30 *см*. Наибольшее расстояние между ребрами принимается не более 30 *б*, где *б* — толщина плиты меж-

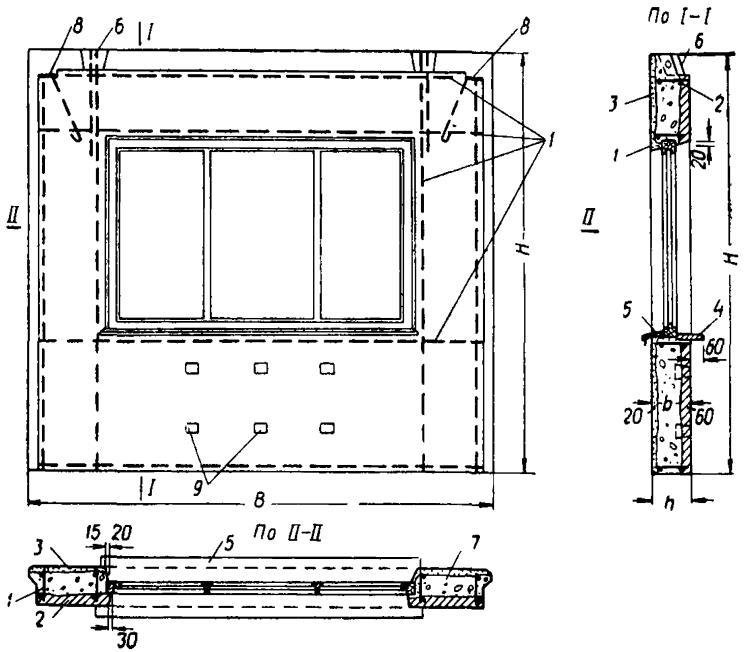


Рис. 2. Пример конструкции двухслойной панели из легкого бетона

1 — каркасы; *2* — несущий слой; *3* — отделочный слой; *4* — подоконная доска; *5* — слив; *6* — подъемные петли; *7* — крупнопористый (теплоизоляционный) бетон; *8* — закладные детали; *9* — закладные детали для крепления радиатора

ду ребрами. Наименьшая толщина плиты между ребрами принимается 3 *см*. Ширина ребер поверху устанавливается 3,5 *см*, понизу — 6 *см*, высота ребер 7—10 *см*. В самонесущих панелях прокатные скорлупы должны иметь по контуру ребра шириной не менее 5 *см*, в несущих — 10 *см*.

2.69. В трехслойных панелях наружные оболочки (бетонный слой) рекомендуется соединять таким способом, чтобы не получилось против теплопроводных включений выпадения конденсата (см., например, рис. 3):

а) сварными каркасами, покрытыми тяжелым или легким плотным бетоном (керамзитобетоном, пенозолобетоном и др.) с объемным весом не более 900 *кг/м*^{3} при марке бетона не менее 50; толщина защитного слоя сое-

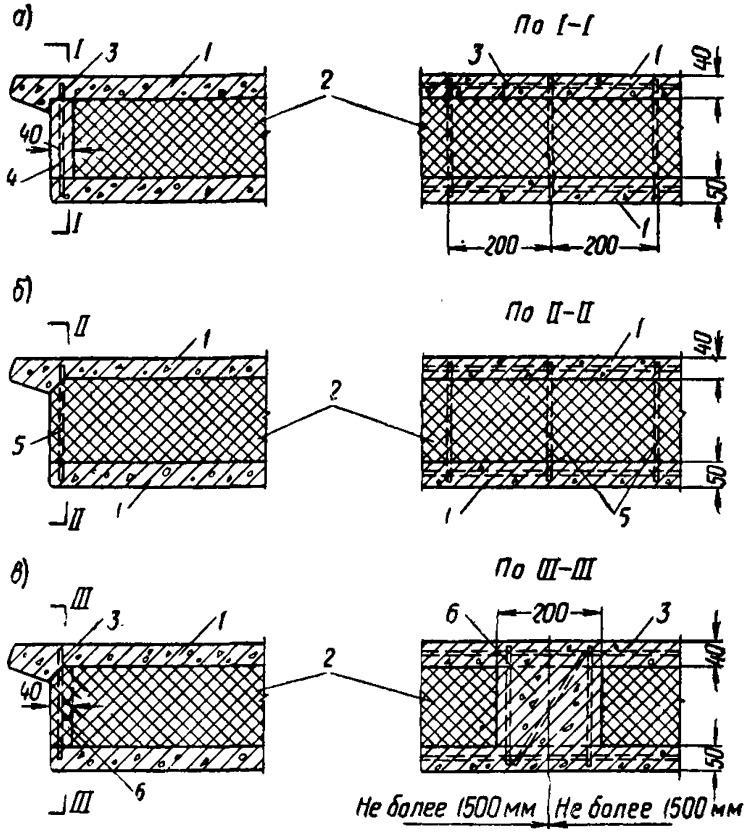


Рис. 3. Примеры соединительных связей в трехслойных панелях

а — сварной каркас, покрытый легким бетоном; *б* — сварной каркас с поперечными стержнями из нержавеющей или антикоррозионной стали или оцинкованных стальных стержней; *в* — отдельные стальные стержни, обетоненные тяжелым бетоном в виде шпонки: *1* — бетонные слои; *2* — утеплитель; *3* — сварной каркас арматуры; *4*—легкий плотный бетон; *5* — стержни из нержавеющей или антикоррозионной, или оцинкованных стальных стержней, *6*—бетонная шпонка

динительных стержней (хомутов) при тяжелом бетоне должна быть не менее 15 *мм*, а при легком — 20 *мм*;

б) сварными каркасами с поперечными стержнями из нержавеющей, антикоррозионной или оцинкованной стали;

в) отдельными стальными стержнями, обетонированными тяжелым бетоном в виде шпонки. Соединительные сварные каркасы устанавливаются по периметру панелей, а также по периметру оконного или дверного проема. Каждое решение должно быть проверено теплотехническим расчетом в соответствии с рекомендациями главы 9 настоящего Пособия.

2.70. Сплошные или ребристые плиты двухслойных и трехслойных панелей (кроме прокатных) рекомендуется армировать сварными сетками из холоднотянутой проволоки диаметром 3—4 *мм* с размерами ячеек не более 15×15 *см*. Арматурные сетки в зоне углов панели (на 300 *мм* на каждую сторону от грани угла) должны иметь вдвое более частый шаг стержней, чем по полю панели.

Ребра армируются сварными каркасами, продольные стержни которых должны иметь диаметр не менее 5,5 *мм*, в прокатных скорлупах диаметр стержней принимается не менее 4 *мм*. Сечение арматуры в несущих панелях должно быть определено расчетом в соответствии с нормами.

2.71. Узлы соединений оконных и балконных блоков с панелями проектируются в соответствии с рекомендациями главы 6.

В производственных зданиях с влажным режимом помещений и в животноводческих помещениях оконные и дверные коробки должны быть антисептированы и изолированы от стен путем обертки (слоем изола или специальной обмазки).

2.72. Оконные и дверные блоки, как правило, должны быть установлены в проемы только после термовлажностной обработки. При термовлажностной обработке панели контактным способом или электропрогреве оконные и дверные коробки могут быть установлены в стеновые панели в процессе их изготовления. Деревянные коробки должны быть покрыты до их установки олифой за 1 раз.

2.73. Наружные сливы могут решаться с применением керамических камней, асбестоцемента, профилированного стекла и оцинкованной стали; подоконники могут быть из железобетона, дерева, стекла, пластмассы и др.

2.74. При проектировании панелей следует в подоконной части предусмотреть устройства для крепления отопительных приборов.

Стыки панелей наружных стен [1]

2.75. Вертикальные и горизонтальные стыки наружных стеновых панелей, как и сами стеновые панели, должны удовлетворять требованиям теплотехники, водо- и воздухонепроницаемости и прочности, быть простыми в изготовлении и удобными для производства работ при монтаже здания. Эксплуатационные требования к стыкам приведены в главах СНиП II-В.6-62, II-А.7-62 и ГОСТ 11309—65.

2.76. В горизонтальных стыках панелей наружных стен из бетона марки 75 и выше и при панелях толщиной до 30 *см* необходимо проектировать противодождевые барьеры (четверть или зуб) и применять упругие прокладки или мастики.

Высоту четверти или зуба для стыков зданий, строящихся в I—IV районах по ветровому напору (см. СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования»), следует назначать не менее 60 *мм*, в V—VIII районах (береговая полоса морей и океанов) — 100 *мм*. В панелях стен толщиной более 30 *см* проектируются стыки плоскими, заполняемыми раствором и защищенными от воздухо- и водопроницания упругими прокладками и мастиками.

Примечания: 1. В промышленных и сельскохозяйственных зданиях, где нет ограничения по эксплуатационным условиям внутреннего эксплуатационного режима помещения, горизонтальные стыки независимо от толщины стены допускается проектировать плоскими. Воздухо- и водонепроницаемость стыков в этом случае обеспечивается путем заполнения шва раствором и применения упругих прокладок и мастик.

2. Горизонтальные стыки в зданиях с панелями из ячеистых бетонов также допускается проектировать плоскими независимо от толщины панелей.

3. В панелях из легких бетонов вертикальные поверхности четверти или зуба должны быть покрыты водонепроницаемыми мастиками и цементным раствором.

2.77. Прочность горизонтальных стыков в несущих и самонесущих стенах должна обеспечивать передачу нагрузок от вышележащих панелей нижележащим.

---

[1] При проектировании стыков, кроме того, надлежит руководствоваться МРТУ «Стыки наружных стен крупнопанельных жилых зданий. Технические требования к воздухо-, водо- и теплозащитным качествам» и «Типовыми решениями замоноличенных стыков наружных стен». ЦНИИЭП жилища, 1965.

Раствор для заполнения швов в четырех-пятиэтажных зданиях принимается не ниже марки 50. Для многоэтажных зданий марка раствора определяется расчетом.

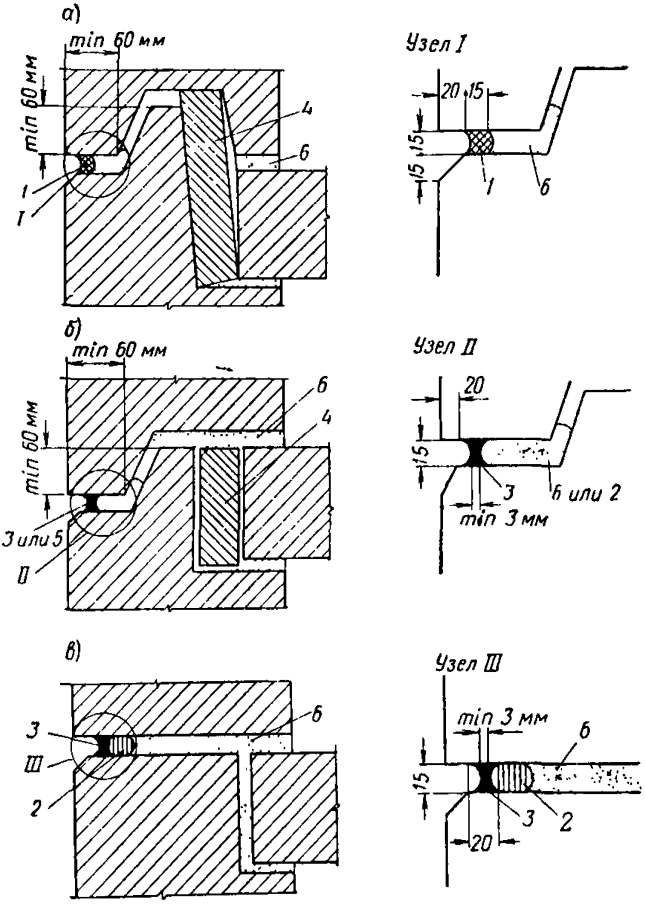


Рис. 4. Примеры герметизации и утепления горизонтальных стыков

а и б — *панели из тяжелого и легкого бетона (при толщине меньше* 30 *см* и зубе из бетона марки 75); *в* — панель из ячеистого бетона; *1* — мастика (УМС-50); *2* — прокладка из пороизола или гернита; *3* — мастика (тиоколовая); *4* — утеплитель; *5* — мастика и прокладка; *6* — раствор

2.78. Вертикальные стыки наружных стеновых панелей рекомендуется, как правило, делать открытыми со скошенной фаской или обработкой в виде четверти.

Заполнение швов упругими прокладками или мастиками может выполняться со стороны наружной или внутренней поверхности панели или снаружи и изнут-

ри. Примеры вертикальных и горизонтальных стыков приведены на рис. 4 и 5.

Стыки, герметизируемые изнутри, с устройством водоотвода снаружи рекомендуются в IV строительно-

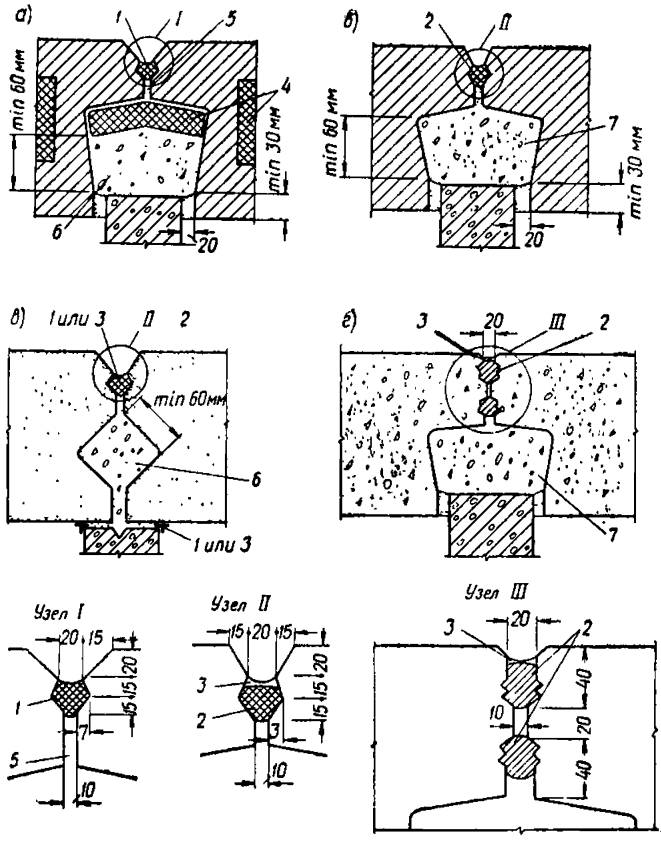


Рис. 5. Примеры герметизации и утепления вертикальных стыков

а — панели из тяжелого бетона; *б* — панели из легкого бетона; *в* — панели из ячеистого бетона; *г* — панели зданий повышенной этажности или для районов с сильными ветрами; *1* — мастика (УМС-50); *2* — прокладка из пороизола или гернита; *3* — мастика (тиоколовая); *4* — утеплитель; *5* — воздушный зазор; *6* — бетон или раствор; *7* — легкий плотный бетон. Профиль панели по типу «г» может быть принят для других районов, где не требуется усиленная, двойная герметизация. В этих случаях герметики укладывают только с наружной стороны здания

климатической зоне, а также в районах с незначительными осадками. Стыки с двойной герметизацией — для особо капитальных и высотных зданий.

Примечание. Для особо капитальных зданий допускаются вертикальные стыки с применением с фасадной поверхности накладок из нержавеющей стали, алюминия, пластмасс и др.

2.79. Конструкция стыков, заполняемых упругими прокладками и мастиками, должна допускать возможность ремонта и замены прокладки.

2.80. Натурные размеры зазоров между сопрягаемыми панелями должны быть не менее 10 *мм*, при этом зазоры между наружными стеновыми панелями в местах, уплотняемых герметиками, не должны превышать 20 *мм*.

Торцы панелей должны иметь ограничители, гарантирующие минимальную ширину стыка для заполнения его герметиком.

2.81. В случае примыкания к наружной стеновой панели поперечной перегородки и устройства замоноличенного узла в сопряжении должны предусматривать вертикальный колодец сечением не менее 100 *см*^{2}. Наименьшая ширина колодца должна быть не менее 60 *мм* (рис. 5).

2.82. Вертикальные колодцы в однослойных легкобетонных или из ячеистого бетона панелях рекомендуется заполнять легким плотным бетоном не ниже марки 50 и объемным весом не более объемного веса бетона стеновых панелей.

Вертикальные колодцы замоноличиваемых стыков слоистых панелей рекомендуется заполнять тяжелым бетоном не ниже марки 100 на заполнителях крупностью фракции не более 20 *мм*.

2.83. Для дополнительного утепления вертикальных стыков рекомендуется применять термовкладыши из эффективных плит. Для теплоизоляции стыков рекомендуется применять вкладыши из следующих материалов:

а) плит полистирольных (ГОСТ 9440—60, ТУ 50—62 Главмоспромстройматериалов «Полистирольный пенопласт ПСБ»), объемный вес не более 40 *кг/м*^{3}, рекомендуется применять при условии гидро- и пароизоляции, без изоляции могут применяться только в сухих климатических зонах (СНиП II-А.7-62);

б) плит и матов полужестких минераловатных на фенольной связке (ГОСТ 9573—60), объемный вес не более 250 *кг/м*^{3}, необходима гидро- и пароизоляция;

в) плит жестких и полужестких из минеральной ваты на битумной связке с объемным весом не более 300 *кг/м*^{3} (ГОСТ 10140—62 и ГОСТ 9248—59), рекомендуется применять в I климатическом районе;

г) плит из пеностекла (СНиП I-В.26-62), объемный вес не более 300 *кг/м*^{3};

д) плит, скорлуп и сегментов из пористых пластмасс полистирольных на суспензионном полистироле (СНиП I-В.26-62). Плиты и маты из минераловатных изделий должны быть предварительно заготовлены по размерам стыка и обернуты пергамином или пленками.

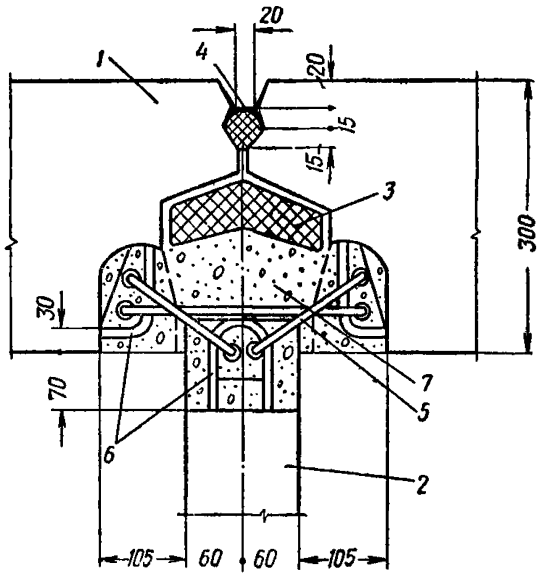


Рис. 6. Пример конструкции соединительных связей замоноличенного вертикального стыка (серии по типу проекта 1-464)

1 — наружные панели; *2* — внутренняя стеновая панель; *3* — утеплитель; *4* — мастика; *5* — соединительные стержни (min *d* = = 10 *мм*); *6* — анкерные стержни (min *d* = =10 *мм*); *7* — бетон или раствор

2.84. Внутренние швы в местах примыкания внутренних панелей стен (перегородок) и перекрытий с целью звукоизоляции должны быть заполнены бетоном или раствором, а в необходимых случаях заделаны упругой прокладкой или законопачены просмоленной паклей.

2.85. В замоноличенных вертикальных стыках наружных стен количество мест крепления для обычных грунтовых условий принимается не менее двух по высоте панели (внизу и вверху). Для взаимной связи пане-

лей рекомендуется применять выпуски петлевого типа из арматурной стали (пример см. на рис. 6).

Диаметр соединительных стержней и петель следует принимать не менее 10 *мм*.

2.86. Для герметизации стыков рекомендуется применять следующие материалы.

Прокладки:

а) пороизол — гидроизоляционный пористый синтетический материал черного цвета (ВТУ РСН 18—63) круглого (диаметром 20—40 *мм*), эллиптического или прямоугольного сечения (20×30; 30×40 *мм*). Климатический район, в котором можно применять, ограничен температурами от —40 до +70° С.

Пороизол применяется только с обмазкой холодной мастикой изол (Х—II—2). Необходимое условие — обжатие пороизола в стыках и 30—50% от первоначального объема;

б) прокладки «Гернит» (ВТУ 32—65 Главмосстроя). Прокладки изготавливаются круглого, прямоугольного, овального и другого (сплошного или трубчатого) сечения. Герметизирует стыки при условии обжатия его в пределах 30—50% от начального объема. Применяется совместно с мастикой КН-2. Допускаемая температура эксплуатации «Гернита» от —40 до +70° С.

Мастики:

в) мастика УМС-50 серого цвета (ТУ 50—64, Главмособлстройматериалы). Допускаемая температура эксплуатации от —40 до +40° С.

Мастика нагнетается в шов под давлением шприца на глубину не менее 20 *мм* и не более 30 *мм*;

г) тиоколовая мастика У-30М черная (ТУ 265—64) и светло-серого цвета (УТ—35). Наносится шприцеванием по заранее уложенной основе.

Тиоколовая мастика должна быть защищена от воздействия ультрафиолетовых лучей путем покраски алюминиевой пудрой и др. Допускаемая температура эксплуатации от —40 до +70° С.

При заделке стыков прокладками и мастиками следует руководствоваться «Временными указаниями по замоноличиванию, герметизации и утеплению стыков в крупнопанельных зданиях», М., 1963.

Примечание. Просмоленная пакля может быть допущена для герметизации стыков при отсутствии других материалов по согласованию с проектной организацией — автором проекта. Просмо-

ленная пакля допускается также в качестве основы для герметизующих мастик.

2.87. Водонепроницаемость стыков над балконными плитами обеспечивается путем устройства противодождевого барьера, заведения гидроизоляции плиты на наружную стеновую панель и отвода воды от стыка (проектирования уклона верхней поверхности, устройства капельника на нижней поверхности плиты и др.).

ГЛАВА 3

ВНУТРЕННИЕ СТЕНЫ

ВНУТРЕННИЕ СТЕНЫ И ПЕРЕГОРОДКИ

3.1. Все основные общие требования, изложенные в 1-й и 2-й главах настоящего Пособия, рекомендуются при проектировании внутренних стен и перегородок.

Внутренние стены и перегородки, кроме того, должны удовлетворять требованиям звукоизоляции, изложенным в СНиП II-В.6-62 «Ограждающие конструкции. Нормы проектирования», и рекомендациям главы 14 настоящего Пособия.

Примечание. К внутренним стенам относятся все внутренние несущие вертикальные ограждающие конструкции зданий, в том числе несущие панельные перегородки.

К перегородкам относятся все внутренние ненесущие вертикальные ограждающие конструкции, возводимые, как правило, в пределах одного этажа, в том числе шкафы-перегородки.

При проектировании перегородок кроме настоящей главы следует также руководствоваться указаниями ГОСТ 11309—65 «Дома жилые крупнопанельные. Основные технические требования», СН 321—65 «Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов», ГОСТ 9574—60 «Панели гипсобетонные для перегородок», ТУ 108-55 «Технические условия на изготовление и применение крупноразмерных гипсобетонных панелей для перегородок», СН 175-61 «Указания по применению виброкирпичных панелей в строительстве зданий», СН 165-61 «Указания по проектированию конструкций из автоклавных силикатных бетонов», СН 287-65 «Указания по проектированию конструкций из ячеистых бетонов» и главой 6 настоящего Пособия.

3.2. Внутренние стены и перегородки могут быть:

а) панельными — из различного вида материалов (из тяжелого, ячеистого и легкого бетона, керамики, кирпича, гипсобетона, стеклоблоков и др.);

б) крупноблочными — из легких и ячеистых бетонов, плотного силикатного бетона и др.;

в) кирпичными, керамическими, из стеклоблоков или другого вида штучных камней и изделий (фибролита, гипса, арболита и др.);

г) деревянными — брусчатые, щитовые и каркасно-обшивные;

д) из укрупненных листовых материалов — сухой штукатурки, древесноволокнистых плит, асбестоцементных плит и др.

3.3. При проектировании конструкций кирпичных, керамических и крупноблочных стен следует руководствоваться также «Указаниями по выбору типов стен из каменных материалов при проектировании зданий» (СН 344-65).

3.4. Деревянные — брусчатые и щитовые — внутренние стены рекомендуется применять, как правило, для малоэтажных зданий в условиях, где лес является местным материалом.

3.5. Деревянные каркасно-обшивные перегородки выполняются из деревянных стоек 4×8 или 5×10 *см*, расположенных через 40—60 *см*. В качестве обшивки могут применяться листы сухой штукатурки, гипсореечные щиты, сплошные деревянные щиты, асбестоцементные и древесноволокнистые плиты.

Для обеспечения надлежащей звукоизоляции между листами обшивки с одной стороны закладываются сплошные звукоизоляционные прослойки из минераловатных или стекловолокнистых матов.

3.6. Перегородки из штучных изделий выполняются из гипсовых и гипсобетонных (ГОСТ 6428—52), гипсокамышовых (ГОСТ 1007—41) и пеносиликатных плит, шлакобетонных камней (ГОСТ 6133—52), гипсоволокнистых мелких панелей, фибролитовых плит (ГОСТ 8928—58) и др.

Междукомнатные перегородки выполняются, как правило, в один слой, междуквартирные — в два слоя с воздушным зазором не менее 6 *см*.

3.7. Перегородки каркасно-обшивные и перегородки из штучных изделий и камней допускаются в условиях, где используются местные материалы и отходы производства. Для массового строительства рекомендуются панельные перегородки.

3.8. Панели внутренних стен и перегородок выполняются из тяжелого бетона не ниже марки 200, легкого и силикатного бетона не ниже марки 150 и гипсобетона и ячеистого бетона не ниже марки 100, виброкирпичными и керамическими и из стеклоблоков (рис. 7).

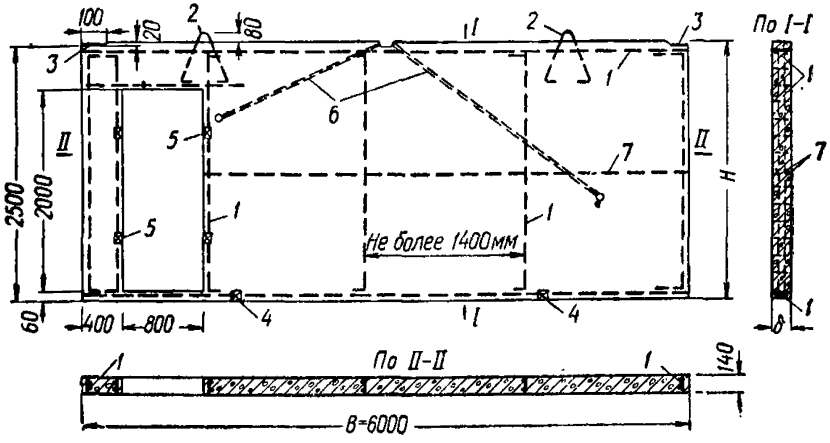


Рис. 7. Пример конструкции однослойной панели внутренней стены

1 — сварные каркасы; *2* — подъемные петли; *3* — закладные детали; *4* — пробки для крепления плинтуса; *5* — пробки для крепления коробки; *6* — скрытая электропроводка; *7* — соединительные стержни каркаса

3.9. По конструкции панели внутренних стен и перегородок могут быть:

а) сплошными и пустотными из тяжелого, легкого силикатного или прочного ячеистого бетона, виброкирпичными;

б) ребристыми с ребрами по контуру из тяжелого бетона;

в) часторебристыми из тяжелого бетона.

3.10. По статической работе панели могут быть:

а) опирающимися одна на другую в пределах каждого этажа по всей длине панели, работающими на сжатие; по этой схеме рекомендуется проектировать однослойные сплошные или с пустотами;

б) опирающимися в отдельных участках или опорных точках по краям, работающими на растяжение и изгиб;

в) подвесными, опирающимися выше центра тяжести, работающими на растяжение и изгиб; по этой схеме

рекомендуется проектировать панели из тяжелого и легкого бетона.

3.11. В панелях сплошного сечения рекомендуется устраивать каналы для электропроводки, формуемые при изготовлении панелей. Диаметр каналов должен быть не менее 20 *мм*. Минимальное расстояние по внутренней поверхности канала до арматуры панели принимается не менее 10 *мм* (рис. 7).

3.12. Стеновые панели с проемами рекомендуется проектировать замкнутыми. При невозможности устройства нижней перемычки в проеме следует устанавливать временную монтажную связь в виде деревянного бруска и арматурного стержня диаметром не менее 8 *мм*.

3.13. Отношение высоты к ее толщине в однослойной несущей панели из тяжелого и легкого бетона рекомендуется принимать: для панелей, закрепленных по шарнирной схеме по двум горизонтальным граням, не более $l_0/\delta \leqslant 24$, для панелей, закрепленных по контуру, $\frac{l_0}{\delta} \leqslant 34$, где l_0 — расчетная высота панели; δ — толщина панели.

Толщина стен между жилыми комнатами, жилыми комнатами и санитарным узлом должна быть не менее 10 *см*. Стены и перегородки междуквартирные, составленные из двух панелей каждая, должны иметь толщину не менее 8 *см*.

Однослойные междуквартирные стены и стены между жилыми комнатами и лестничной клеткой из тяжелого бетона рекомендуется по условиям звукоизоляции принимать толщиной не менее 14 *см*.

В ребристых панелях толщина плит между ребрами должна быть не менее 4 *см*, расстояние между вертикальными ребрами, для панелей, работающих на сжатие, должно быть не более 30 $б$, для панелей, работающих на изгиб, — не более 150 $б$, где $б$ — толщина стенки между ребрами.

В плоских панелях с продольными пустотами толщина стенок между пустотами, а также между пустотами и наружными гранями должна быть не менее 35 *мм*.

3.14. В бетонных стеновых панелях площадь сечения конструктивной арматуры у каждой грани должна быть не менее: при $l_0/r_и \leqslant 35$ — 0,012% ; при $l_0/r_и > 35$ — 0,025% от площади поперечного сечения панели.

В случае, когда расчетная вертикальная нагрузка превышает 50% прочности сечения панели, площадь сечения конструктивной арматуры в вертикальном направлении с каждой стороны панели должна быть не менее 0,3 *см*^{2} и в горизонтальном — 0,15 *см*^{2}.

У растянутой грани внецентренно сжатых элементов, рассчитываемых на прочность без учета сопротивления бетона растянутой зоны, площадь сечения конструктивной арматуры должна быть не менее 0,05% площади поперечного сечения элемента.

3.15. Сплошные однослойные панели для жилых домов до 5 этажей из тяжелого, легкого и ячеистого бетонов армируются конструктивно, как правило, арматурными каркасами, расположенными по периметру панели и проемов и по плоскости на расстоянии не более 10 толщин панели. Панели толщиной 14 *см* и более могут армироваться двойными сварными сетками и каркасами по периметру.

Диаметр продольных стержней сварных каркасов принимается не менее 5,5 *мм*, поперечные стержни диаметром 4 *мм* располагаются с шагом 20 *см*. Диаметр стержней, к которым привариваются закладные детали, принимается не менее 8 *мм*. Сварные сетки принимаются из холоднотянутой проволоки диаметром 3—4 *мм* с ячейками не более 30×30 *см*. Минимальная толщина защитного слоя бетона принимается 15 *мм*.

3.16. Стенки часторебристых и многопустотных панелей армируются сварными сетками из холоднотянутой проволоки (диаметром 3—4 *мм*) с наибольшим размером ячеек 20×20 *см*.

Часторебристые панели, изготовляемые прокатным способом, могут армироваться сварными каркасами, расположенными в ребрах (при расстоянии между ребрами до 30×30 *см*).

3.17. Ребристые панели армируются сварными каркасами, расположенными в горизонтальных и вертикальных ребрах. Наименьший диаметр продольных стержней принимается 8 *мм*.

Перемычки, узкие простенки, опорные площадки армируются постановкой дополнительных сварных каркасов и сеток, определяемых расчетом.

3.18. Правильное расположение арматуры в панелях должно быть обеспечено бетонными или пластмассовыми специальными прокладками-фиксаторами, упорами,

специальными хомутами; указанные мероприятия должны быть учтены в рабочих чертежах панелей и в спецификациях либо в чертежах оборудования.

3.19. Панели внутренних стен и перегородок необходимо соединять с наружными стеновыми панелями, а также между собой способом замоноличивания в узлах соединительных арматурных выпусков или путем сварки соединительных элементов с закладными деталями. Замоноличенные узлы рекомендуются в узлах сопряжения панелей наружных стен с внутренними.

Вертикальные стыки рекомендуется устраивать, как правило, с заполнением цементным раствором или бетоном и предусматривать постановку упругой прокладки (рис. 8). Рекомендуемые прокладки приведены в п. 2.86.

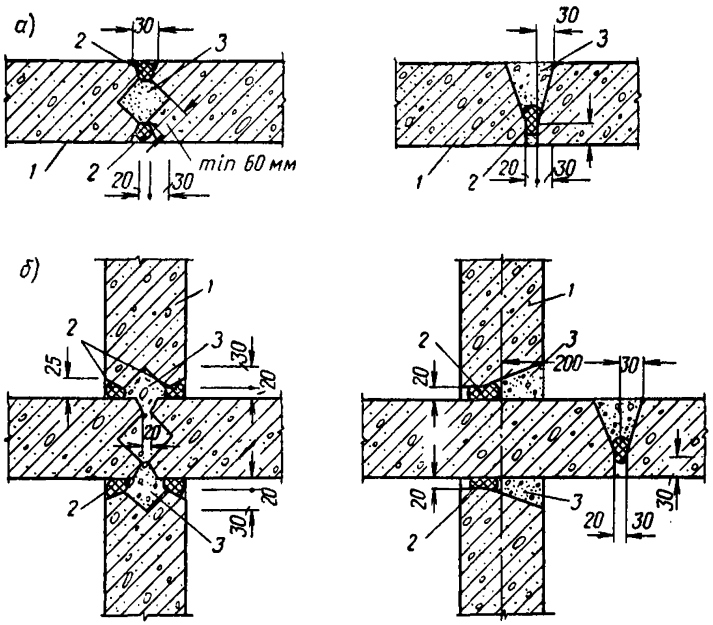


Рис. 8. Примеры решения вертикальных стыков панелей внутренних стен

а — сопряжение панелей в плоскости стены; *б* — сопряжение панелей под углом; *1* — панели; *2* — упругие прокладки (пороизол, гернит и др.); *3* — бетон или раствор

Суммарное сечение связей в каждом направлении узла должно быть не менее 2 $см^2$.

Толщина стальных листов или профилей закладных

деталей должна приниматься не менее 6 *мм*. Закладные детали должны располагаться таким образом, чтобы они после сварки соединительных стальных деталей допускали возможность устройства защитного слоя толщиной 20 *мм*.

Закладные детали необходимо надежно закреплять в бетон путем приварки к арматурному каркасу или с помощью приварки коротышей. Следует также предусмотреть способы крепления закладных деталей к форме (опалубке) в процессе формования панели.

3.20. Закрепление закладных деталей в бетон следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП II-В.1-62. Каждую закладную деталь рекомендуется заанкеривать в бетон не менее чем двумя стержнями. Длина анкеровки стержней периодического профиля принимается в тяжелом бетоне не менее 15 d в сжатой зоне и 30 d в растянутой зоне (d — диаметр анкерных стержней). Диаметр анкерной арматуры принимается не менее 12 *мм*.

В легких и ячеистых бетонах арматурные стержни анкеруются путем приварки к концу дополнительных поперечных стержней или сварных сеток.

3.21. В панелях внутренних стен и перегородок должны быть устроены подъемные петли или специальные отверстия для подъема их при изготовлении и монтаже. Рекомендуется подъемные петли использовать в качестве фиксаторов при монтаже панелей стен и перекрытий.

3.22. Вертикальный стык панелей внутренних стен должен обеспечить надежную звукоизоляцию помещений и удовлетворять требованиям прочности.

Заливка вертикального стыка производится бетоном или раствором не ниже марки 100. Для надежного контроля заполнения швов бетоном или раствором вертикальные стыки рекомендуется устраивать открытыми.

Швы горизонтальных стыков панелей внутренних стен заполняются цементно-песчаным раствором или бетоном марки 100. Размер крупного заполнителя бетона не должен превышать 15 *мм*.

3.23. При проектировании узлов сопряжений стен и перегородок с дверными коробками необходимо предусматривать заделку с помощью упругих прокладок или конопатки неплотностей — щелей между коробкой и стеной или перегородкой по всему периметру коробки.

Наличники дверей должны перекрыть швы между коробкой и стеной и перегородкой.

При установке штепсельных розеток и выключателей в междуквартирных стенах (в целях звукоизоляции) группы каналов для каждого из помещений разделяются стеновой панелью или разносятся узлы установок по длине канала.

3.24. Внутренние стены, являющиеся диафрагмами жесткости, в которых под действием ветровых нагрузок могут возникать растягивающие напряжения, должны быть армированы вертикальной арматурой. При этом стены должны быть надежно закреплены с фундаментом, крепления которых рассчитываются на восприятие отрывающего усилия.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

3.25 (СНиП II-М.2-62, п. 5.25). При проектировании стен производственных зданий надлежит руководствоваться следующим:

а) высота и длина сборных элементов стен должны быть кратными 600 *мм*;

б) неутепленные стены следует проектировать из листовых материалов (например, из асбестоцементных листов усиленного профиля) и из предварительно напряженных железобетонных панелей длиной 12 и 6 *м*;

в) стены отапливаемых зданий, за исключением зданий с мокрым внутренним режимом помещений, следует проектировать, применяя панели из легких бетонов и из асбестоцемента с эффективным утеплителем;

г) стены отапливаемых зданий с мокрым внутренним режимом помещений следует проектировать, применяя железобетонные двух-трехслойные панели с эффективным утеплителем, защищенным пароизоляцией.

При проектировании стен производственных зданий следует учитывать также рекомендации, изложенные в главах 1, 2 и 3.

Панели из ячеистых бетонов и трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем рекомендуется также применять для стен отапливаемых зданий с сухим, нормальным и влажным режимом помещений (см. п. 2.19 и табл. 4 и 5).

Основные характеристики бетонов и утеплителей применяемых однослойных и слоистых панелей приведены в пп. 2.47—2.50.

Однослойные панели длиной 12 *м* с предварительно напряженным армированием должны проектироваться из легких бетонов не ниже марки 50 с объемным весом 800, 1000, 1200 *кг/м*^{3} с расположением предварительно напряженной арматуры в ребрах из тяжелого бетона.

Основные характеристики панелей приведены в приложении II.

3.26 (СНиП II-М.2-62, п. 5.26). Стены производственных зданий следует проектировать, как правило, панельными. Применение кирпичной кладки следует ограничивать, допуская ее только для зданий объемом не более 5000 *м*^{3} в зависимости от местных условий.

Для зданий с панельными стенами допускается применение кирпичной кладки для цоколя, когда в нижней части зданий необходимо предусматривать большое количество проемов различного назначения (например, ворот, дверей и отверстий для пропуска инженерных коммуникаций), а также для зданий со стенами из асбестоцементных листов.

Применение кирпичной кладки, блоков или камней допускается также для отдельно стоящих зданий, имеющих относительно небольшую площадь наружных стен (менее 1000 *м*^{2}).

Применение кирпично-фахверковых стен не допускается.

3.27 (СНиП II-М.2-62, п. 5.27). Размеры панелей по высоте следует принимать 1,2 *м* и более, кратные 0,6 *м*. Рекомендуется применение панелей высотой 1,2 и 1,8 *м*.

Примечание. Низ первой по высоте панели следует, как правило, совмещать с отметкой уровня чистого пола здания.

При наличии технологического и кранового оборудования, обеспечивающего изготовление и монтаж укрупненных панелей, высоту панели рекомендуется принимать 2,4 и 3 *м*.

Номинальная длина панели принимается равной расстоянию между осями колонн или несущих стен соответственно 6 и 12 *м*. Доборные (простеночные) панели могут иметь длину 1,5 и 3 *м*.

3.28. В целях унификации рекомендуется принимать следующие толщины панелей:

200, 240, 300 и 400 *мм* — для панелей длиной 6 *м*;
240, 300 и 400 *мм* — для панелей длиной 12 *м*.

Для неутепленных железобетонных панелей рекомендуются следующие толщины:

100, 120, 200 *мм* — для панелей длиной 6 *м*;
240 и 300 *мм* — для панелей длиной 12 *м*

3.29. Стены промышленных зданий могут проектироваться несущими, самонесущими и навесными (см. рис. 9).

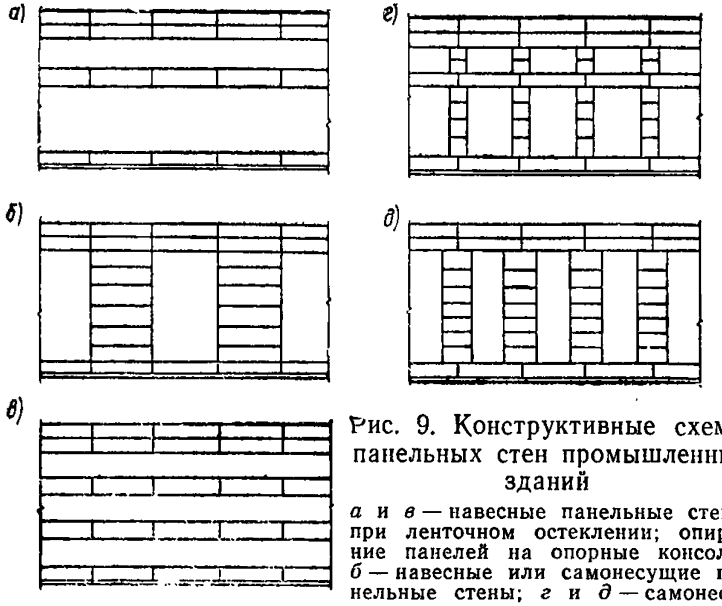


Рис. 9. Конструктивные схемы панельных стен промышленных зданий

а и *в* — навесные панельные стены при ленточном остеклении; опирание панелей на опорные консоли; *б* — навесные или самонесущие панельные стены; *г* и *д* — самонесущие панельные стены

Высота несущих и самонесущих наружных стен должна быть определена расчетом. При однослойных панелях из легких и ячеистых бетонов марки 50, армированных конструктивной арматурой, самонесущая стена не должна быть выше 20 *м*. При более высоких стенах легкобетонные панели должны быть соответственно армированы или в нижних частях (этажах) применены железобетонные (двухслойные или трехслойные) панели. В самонесущих панельных стенах большой высоты рекомендуется использовать панели толщиной 300 *мм* и более.

При самонесущих стенах применяются оконные проемы с простенками. Длину простеночных панелей принимают 1,5 и 3 *м*. В зданиях с влажностью внутреннего воз-

духа более 75% рекомендуется проектировать самонесущие стены.

3.30. Навесные панельные стены рекомендуется принимать, как правило, при ленточных оконных проемах.

Участки стен, расположенные над ленточными проемами, во всех случаях решаются как навесные, т. е. с опиранием панелей перемычек на специальные консоль-

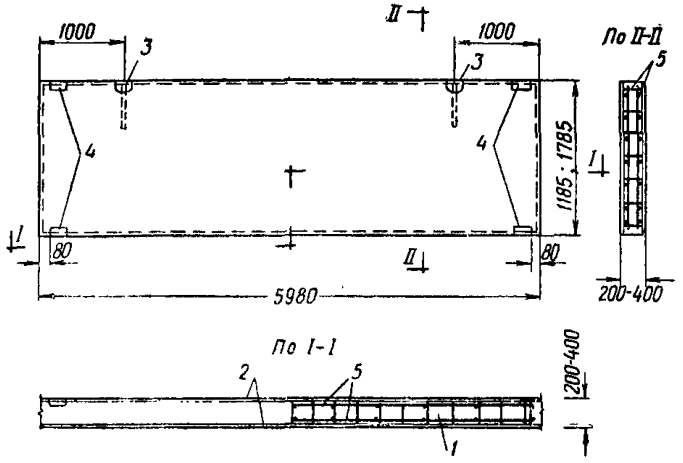


Рис. 10. Пример конструкции однослойной панели при ленточной разрезке

1 — легкий или ячеистый бетон; *2* — отделочные слои; *3* — подъемные петли; *4* — закладные детали; *5* — сварной арматурный каркас

ные столики, воспринимающие и передающие нагрузки на колонны или несущие поперечные стены. Опорные столики проектируются из стальных уголков, усиленных ребрами жесткости. Опорные консоли привариваются к закладным элементам колонн в процессе монтажа стен.

Опорные столики, предназначенные для панелей-перемычек, привариваются к колоннам до их монтажа.

На глухих участках стен необходимость применения опорных консолей определяется расчетом в зависимости от прочности панелей.

3.31. Панели для навесных стен проектируются из легких и ячеистых бетонов (рис. 10), а также из листовых материалов и эффективной теплоизоляции. Толщину навесных панелей рекомендуется проектировать 200, 240 *мм*.

3.32. Продольные стены с шагом колонн 12 *м* при использовании панели длиной 6 *м*, а также торцовые пане-

ли во всех случаях выполняются с применением дополнительных стоек и ригелей фахверка.

Элементы фахверка (стойки и ригели) проектируются железобетонными или стальными (например, из гнутых профилей). В торцовых стенах стойки фахверка, как и основные колонны продольной стены, принимают верхнюю отметку, равную отметке нижнего пояса фермы. В пределах ферм фахверк проектируется из стальных элементов. Стойки каркасов, фахверка, как правило, одновременно используются в качестве несущих импостов для переплетов.

3.33. Стены неотапливаемых зданий, как правило, проектируются из профилированных листовых материалов и решаются с применением каркасов в виде горизонтальных ригелей и вертикальных стоек. Расстояния между ригелями или стойками определяются размерами листов.

Для асбестоцементных волнистых листов размером 2,5×1,12 (УВ) расстояние между ригелями принимается 2,4 *м*.

3.34. В решениях деталей креплений должна учитываться подвижность стен в горизонтальном направлении при температурных изменениях панелей по длине и по высоте в вертикальном направлении при осадке смежных колонн.

Детали крепления и закладные детали к ним должны располагаться вне швов, на внутренней поверхности панелей с доступным подходом для осмотра и ремонта (рис. 11).

Каждая панель, как правило, крепится в своей верхней и нижней части у каждой колонны, т. е. в четырех точках. При толщине панелей более 200 *мм* и при заполнении горизонтальных швов цементным раствором допускается крепление только в верхней части, т. е. в двух точках.

Применение жестких креплений в виде сварки закладных деталей в колоннах и панелях не допускается.

3.35. Все стальные детали креплений, закладные детали, опорные столики и другие должны иметь антикоррозионное покрытие.

Выбор антикоррозионного покрытия и способы его нанесения выполняются в соответствии с п. 1.18.

3.36. Для стен зданий с наружными водостоками следует применять унифицированные карнизы. Имеющиеся конструкции карнизов решены в виде элементов длиной 6 *м* с консольной плитой, имеющей вынос 400 *мм*. Карни-

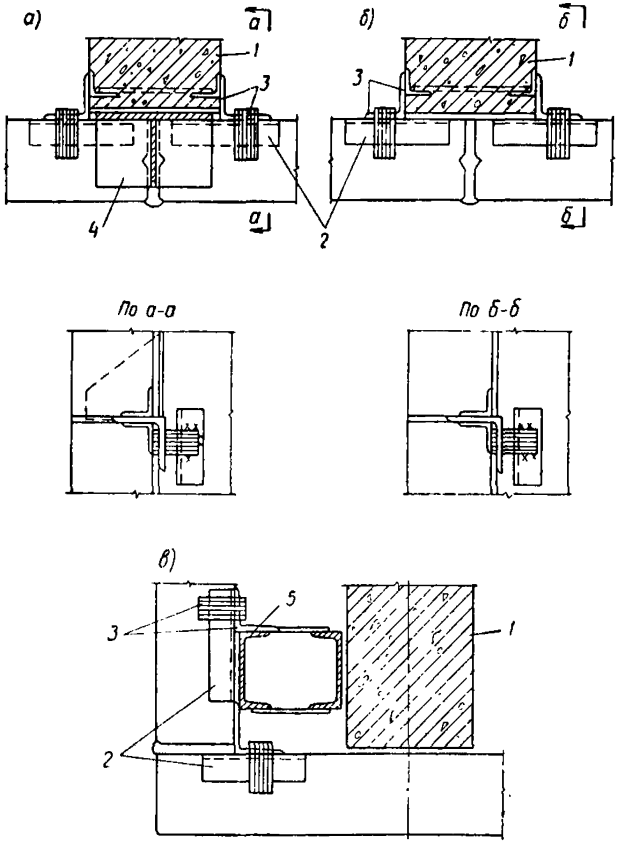


Рис. 11. Примеры крепления стеновых панелей к несущему каркасу

а — для панелей-перемычек; *б* — для рядовых панелей; *в* — для угловых панелей; *1* — колонна; *2* — закладные элементы; *3* — соединительные монтажные элементы; *4* — опорная консоль; *5* — стойка торцового фахверка

зы устанавливаются на верхние стеновые панели и закрепляются с плитами покрытий с помощью сварки закладных деталей, предусмотренных в концах плит и карнизов.

Для зданий, имеющих большую высоту стен (более 24 *м*) или большие скаты кровель (более 30 *м*), при ис-

пользовании недостаточно влагостойких панелей (например, газозолобетонных, пеносиликатных и др.) допускается применение специально разработанных карнизов с большим выносом консолей.

3.37. Углы зданий, как правило, выполняются с применением угловых элементов, изготовляемых из легких бетонов, имеющих меньший коэффициент теплопроводности, чем материал панелей. Размеры угловых элементов определяются толщиной и высотой панелей и привязкой продольных стен (0, 250 или 500 *мм*).

В отдельных случаях, при использовании однослойных панелей из ячеистых или легких бетонов, допускается применение дополнительных угловых панелей с размером по длине, увеличенным на толщину стен и размер привязки стен.

3.38. Горизонтальные и вертикальные стыки применяются, как правило, плоские. Для герметизации швов в панельных стенах должны применяться специальные синтетические материалы, обладающие необходимой эластичностью, высокой адгезией, малой теплопроводностью и газонепроницаемостью, температуроустойчивостью и влагостойкостью и сохраняющие эти свойства при различных деформациях стыков (см. пп. 2.86—2.87).

Толщина швов принимается:

горизонтальных 15 *мм* — для панелей длиной 6 и 12 *м*;
вертикальных { 20 *мм* — для панелей длиной 6 *м*;
{ 30 *мм* — для панелей длиной 12 *м*.

Фиксация постоянных размеров горизонтальных швов достигается с помощью специальных прокладок.

3.39. В отапливаемых зданиях независимо от конструкций панельных стен должны применяться фундаментные балки, служащие защитой пола в случае просадки отмосток.

Решение панельных стен без фундаментных балок допускается только для неотапливаемых зданий.

3.40. Расчет панелей на прочность и устойчивость производится согласно СНиП II-В.1-62 и указаниям п. 1.6.

3.41. Наружная отделка панелей назначается в соответствии с рекомендациями пп. 2.56 и 2.57 настоящего Пособия.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

3.42. При проектировании наружных стен сельскохозяйственных зданий необходимо предусматривать мероприятия по ограничению увлажнения их от впитывания влаги, конденсирующейся на внутренней поверхности, и проникания ее внутрь ограждения.

Параметры температурно-влажностного режима животноводческих и птицеводческих помещений, а также расчеты по определению устройства пароизоляции приведены в главе 13.

При проектировании стен производственных сельскохозяйственных зданий следует учитывать также рекомендации, изложенные в главах 1, 2 и 3.

3.43. Настоящие рекомендации по проектированию стен относятся к сельскохозяйственным зданиям, классификация которых приведена в главе СНиП II-Н.2-62 «Производственные здания и сооружения сельскохозяйственных предприятий. Основные положения проектирования» и СНиП II-Н.3-62 «Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения. Основные положения проектирования».

3.44. Стены производственных зданий проектируются, как правило, каркасными с применением сборных железобетонных элементов или несущих колонн (столбов) из кирпича, камня, деревянных стоек и др. Элементы стен рекомендуется принимать из изделий индустриального изготовления: панелей, блоков и других штучных изделий из местных материалов (кирпича, керамики, известняка-ракушечника, фибролита, камыша, арболита, гипса, бутового камня и др.). Основные характеристики конструкций стен, блоков и панелей см. главы 2 и 3.

3.45. Сельские производственные здания проектируются, как правило, одноэтажными.

Расчеты на прочность и устойчивость выполняются в соответствии с рекомендациями п. 1.6 настоящего Пособия.

3.46. Стены и столбы должны быть связаны с покрытиями анкерами. Стеновое заполнение зданий следует надежно связывать с каркасом.

3.47 (СНиП II-Н. 3-62, п. 5.8). Окна в районах с расчетной температурой наружного воздуха —20° С и ниже делаются с двойным остеклением, в остальных районах,

а также в помещениях с ненормируемым температурно-влажностным режимом — с одинарным остеклением (см. также главу 6 настоящего Пособия).

3.48. В животноводческих зданиях оконные и дверные проемы устраиваются, как правило, без четвертей.

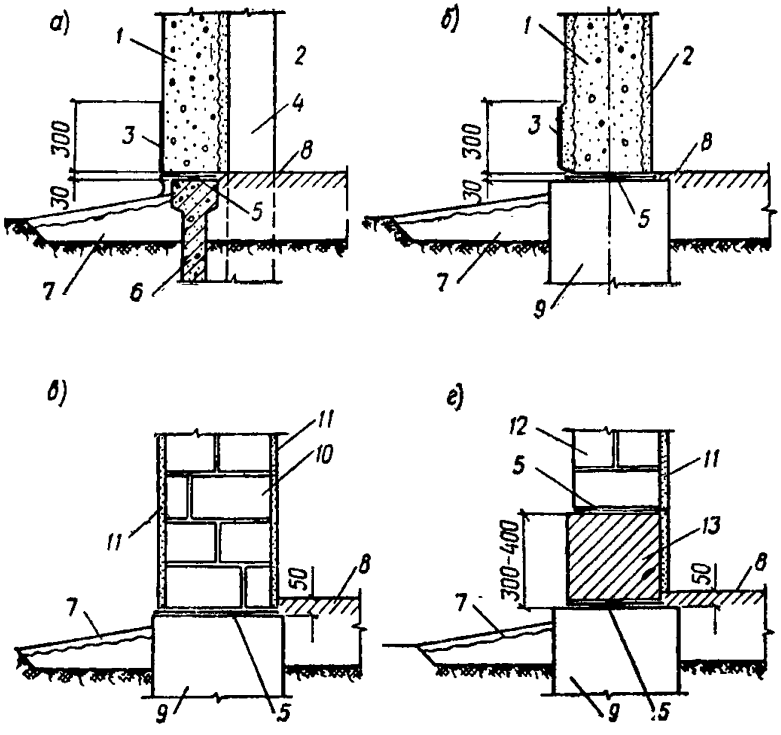


Рис. 12. Примеры гидроизоляции наружных стен сельскохозяйственных производственных зданий

а — стены каркасные из блоков и панелей; *б* — стены несущие из блоков и панелей; *в* — стены несущие из камней; *г* — стены несущие из камней с пониженной влагостойкостью; *1* — блоки или панели; *2* — отделочный слой; *3* — гидроизоляционная обмазка (битуминизированные растворы) или гидрофобные растворы; *4* — колонна; *5* — гидроизоляция; *6* — цокольный прогон; *7* — отмостка; *8* — уровень чистого пола; *9* — фундамент; *10* — кладка; *11* — штукатурка; *12* — кладка из камней с пониженной влагостойкостью; *13* — цоколь из бетонных блоков или красного кирпича

3.49. В стенах не рекомендуется проектировать скрытую проводку внутренних сетей тепло-, газо-, водо- и электроснабжения.

3.50. Изоляция стен осуществляется путем устройства слоя из плотных водонепроницаемых бетонов и нанесением гидрофобных составов на внутренней стороне стен.

3.51. Для защиты стен от проникания в них грунтовой влаги устраивается изоляционный слой в соответствии с пп. 2.21 и 2.22 из слоя цементного раствора состава 1 : 2, толщина 10—20 *мм* для каменных стен (рис. 12), и из двух слоев толя для деревянных стен и стен с деревянным каркасом.

3.52. Для предохранения стен от поверхностных вод (дождевых, талых, стекающих с крыш и др.) вокруг здания устраивается отмостка шириной 700 *мм* с уклоном от здания. Материал отмостки — плотно утрамбованная глина с покрытием неразмываемым покровом: слоем асфальта, замощением булыжником и др.

3.53. При применении материалов стен, морозостойкость которых ниже Мрз15 (саман и др.), свес кровли должен иметь вынос не менее 400 *мм*.

3.54. Внутренняя штукатурка или другой вид отделки стен делается по условиям влажностного режима воздуха помещений и применяемых для стен материалов в соответствии с СН 304-65 «Указания об ограничении применения штукатурки в строительстве».

Стены без внутренней штукатурки должны выполняться с расшивкой швов кладки и последующей окраской их.

В случаях применения внутренней штукатурки зданий с повышенной влажностью, а также для штукатурки наружных откосов оконных и дверных проемов применяются цементные растворы на пуццолановых цементах или растворы с гидравлическими добавками.

3.55. Кладка блоков из арболита и других местных материалов производится на цементно-известковом растворе.

Крепление блоков к каркасу проектируется с использованием монтажных стальных элементов (рис. 13), которые должны иметь антикоррозионное покрытие, в соответствии с п. 1.18 настоящего Пособия.

3.56. Самонесущие стены с железобетонным каркасом могут быть также запроектированы (в условиях, где имеются вибропрокатные станы) с использованием вибропрокатных ребристых панелей.

В качестве утеплителя рекомендуется применять камышитовые, фибролитовые или минераловатные плиты (рис. 14).

Крепление утеплителя (камышита, фибролита и др.) к панели осуществляется в заводских условиях.

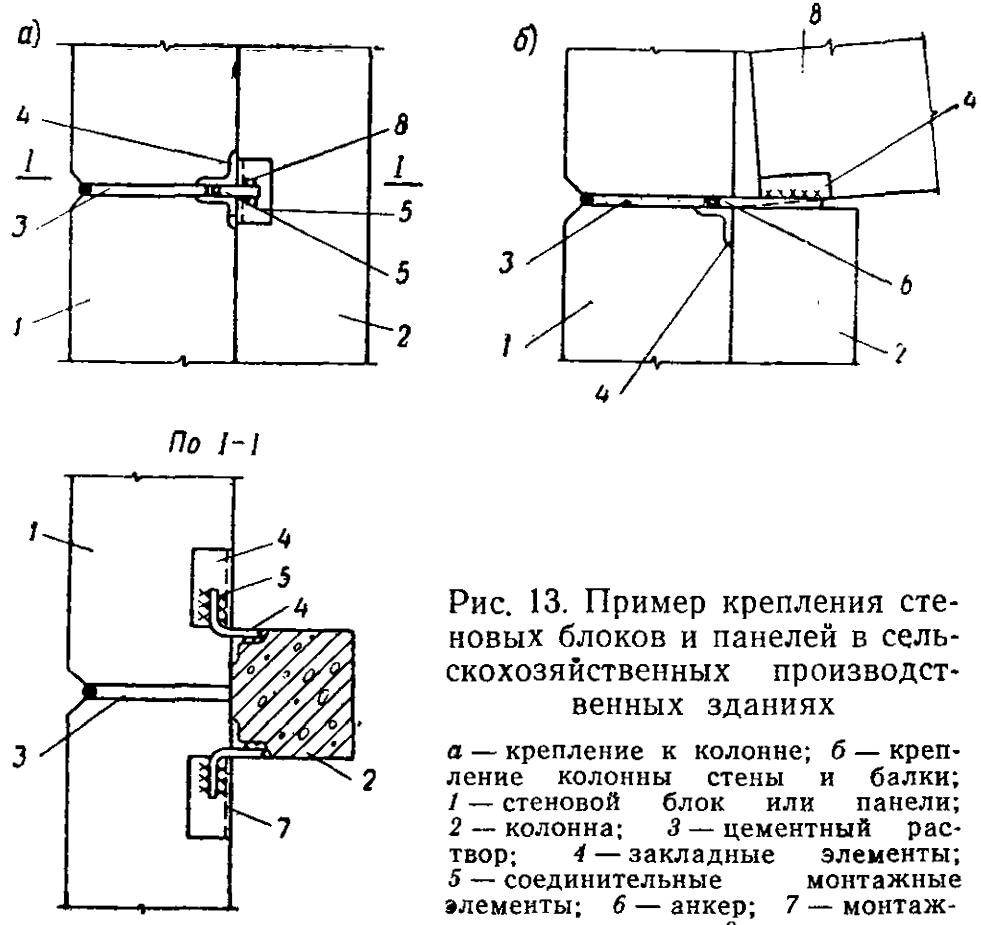


Рис. 13. Пример крепления стеновых блоков и панелей в сельскохозяйственных производственных зданиях

а — крепление к колонне; *б* — крепление колонны стены и балки; *1* — стеновой блок или панели; *2* — колонна; *3* — цементный раствор; *4* — закладные элементы; *5* — соединительные монтажные элементы; *6* — анкер; *7* — монтажная сварка; *8* — сварка

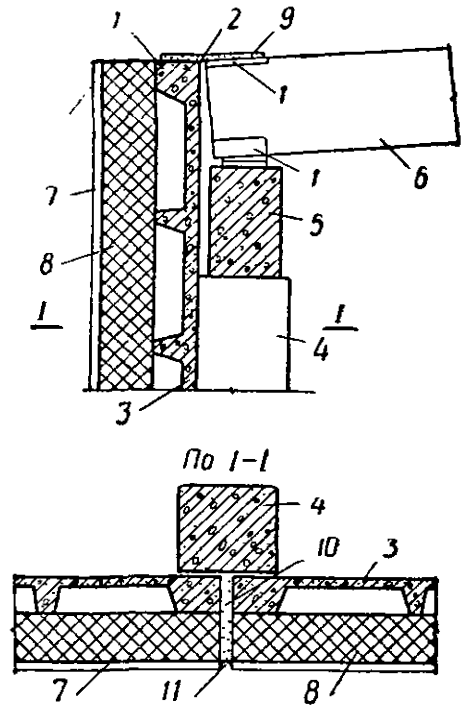


Рис. 14. Пример крепления вибропрокатных железобетонных панелей

1 — закладные элементы; *2* — соединительный монтажный элемент; *3* — железобетонная прокатная панель; *4* — колонна; *5* — прогон; *6* — балка покрытия; *7* — отделочный слой; *8* — утеплитель (фибролитовые плиты); *9* — монтажная сварка; *10* — цементный раствор; *11* — мастика

Пароизоляция (битум, краски СЖ и др.) наносится на скорлупу со стороны, обращенной к утеплителю.

3.57. Камышитовые плиты применяются для заполнения каркасных стен в 2—3 слоя.

Раскладка внутренних и наружных слоев камышитовых плит производится так, чтобы стыки плит приходились вразбежку во избежание сквозного продувания. Крепление плит к каркасу осуществляется хомутами из оцинкованной проволоки диаметром 2 *мм* с шагом, равным 400 *мм*.

Крепление слоев (наружного и внутреннего) осуществляется прошивкой оцинкованной проволокой в вертикальном направлении с шагом 400—500 *мм* (рис. 15).

3.58. Фибролитовые плиты применяются для заполнения каркасных стен в два-три слоя. Раскладка внутренних и наружных слоев плит должна производиться так, чтобы стыки плит приходились вразбежку во избежание сквозного продувания.

Крепление плит к железобетонным элементам каркаса (фахверка) осуществляется хомутами из оцинкованной проволоки, а к деревянным — гвоздями.

Крепление слоев (наружного и внутреннего) осуществляется деревянными антисептированными нагелями (рис. 16).

Стены оштукатуриваются с двух сторон цементно-известковым раствором. Толщина внутренней штукатурки 20 *мм*, наружной — 10 *мм*.

3.59. Стены из бутового камня выполняются преимущественно из осадочных пород (известняков, доломитов, песчаников).

Бутовую кладку следует производить «под лопатку» горизонтальными рядами толщиной не более 25—30 *см*, с тщательной расщебенкой пустот и соблюдением перевязки швов. Для уменьшения толщины стены рекомендуется применять утеплители из плит фибролита, камыша, костры и др. Для крепления плит утеплителя в кладку закладываются деревянные бруски.

С внутренней стороны стены выполняются под расшивку швов, а с наружной стороны, со стороны плит утепления, оштукатуриваются раствором.

3.60. Стены из пиленых камней известняка-ракушечника или других легких пород проектируются из местных пород, имеющих марку не ниже 25.

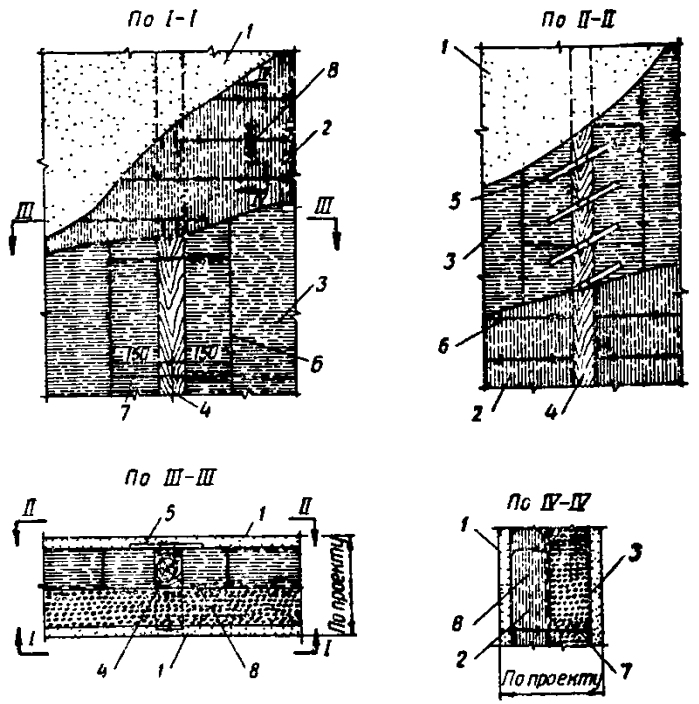


Рис. 15. Пример крепления камышитовых плит к деревянному фахверку

1 — штукатурка; *2* — наружный слой камышита; *3* — внутренний слой камышита; *4* — стойки фахверка; *5* — дрань пиленая; *6* — проволока — основа связи плит; *7* — оцинкованная проволока для крепления плит; *8* — скрутка проволоки

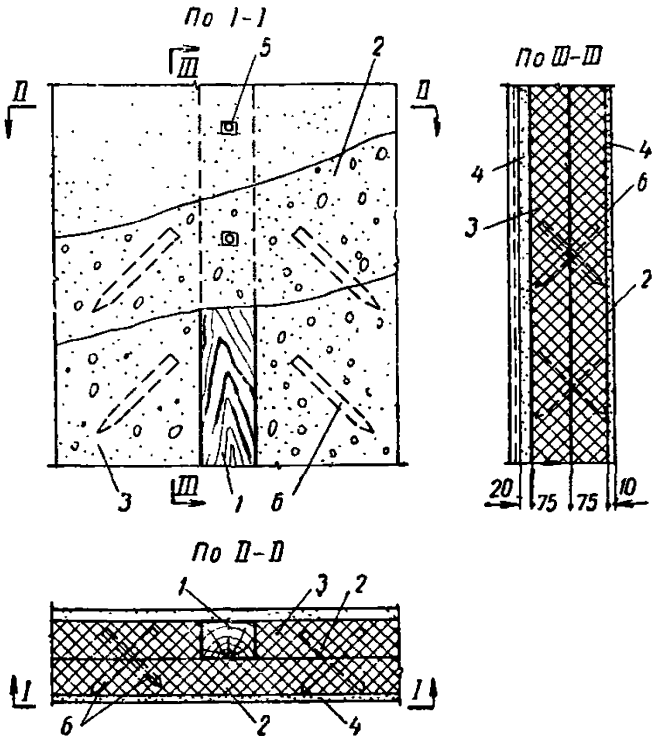


Рис. 16. Пример крепления фибролитовых плит к деревянному фахверку

1 — стойки фахверка; *2* — наружный слой фибролита; *3* — внутренний слой фибролита; *4* — штукатурка; *5* — гвозди (5×150 *мм*) с шайбой; *6* — деревянные пагели

Стены из известняка-ракушечника с внутренней стороны штукатурятся известково-цементным раствором, с фасадной стороны кладка ведется с расшивкой швов.

3.61. Стены из саманных блоков проектируются в каркасных и бескаркасных зданиях.

В каркасных зданиях кладка стен из саманных блоков выполняется с наружной стороны стоек и примыкает к их наружным граням. Связь стены со стойкой осуществляется посредством хомутов из полосовой стали. Ввиду большой осадки саманной кладки (до 5% высоты) хомуты устраиваются скользящими.

Толщина наружных стен независимо от расчета должна быть не менее 50 *см*.

Саманные стены необходимо защищать от действия атмосферной влаги посредством штукатурки известково-цементным раствором М50.

Штукатурка саманных стен производится раствором толщиной слоя 15 *см*.

Цоколь выполняется из природного камня, кирпича или бетона на высоту 300 *мм* от уровня земли.

При выполнении стен из саманных блоков необходимо предусмотреть на осадку зазор над окопными, дверными и другими проемами; ширина простенков должна быть не менее 850 *мм* ($2^1/_2$ камня).

ШКАФЫ-ПЕРЕГОРОДКИ

3.62. Шкафы-перегородки — стационарная мебель различного назначения, устанавливаемая в процессе возведения или изготовления элементов жилых, общественных и производственных зданий (рис. 17 и 18).

Рекомендации настоящей главы распространяются главным образом на проектирование, изготовление и применение шкафов-перегородок в жилых и общественных зданиях.

3.63. Шкафы-перегородки, выполняя функции внутренних вертикальных ограждающих конструкций в пределах одного этажа, одновременно используются как емкость для хранения предметов и изделий различного назначения.

3.64. В зависимости от функционального назначения помещений шкафы-перегородки должны иметь различные отделения: для хранения одежды, белья, книг, посуды и т. д. Кроме того, проектируется встроенная мебель

(кровати, столы) и другие предметы оборудования и бла гоустройства (для телевизоров и т. д.).

3.65. Размещение шкафов-перегородок, количество и состав их отделений должны быть увязаны с функциональным назначением помещения, конструкциями зда-

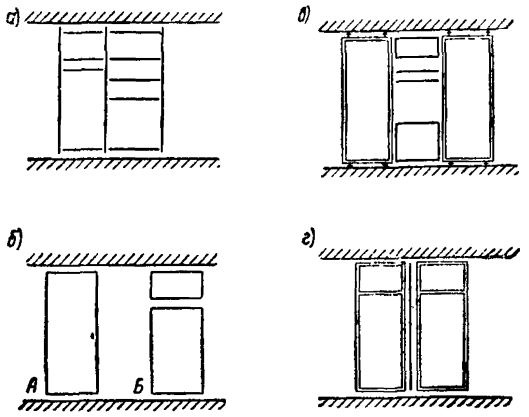


Рис. 17. Конструктивные схемы шкафов-перегородок

а — шкафы-перегородки универсально-разборные с вертикальными щитами; *б* — шкафы-перегородки секционные, *А* — блокировка секций по горизонтали; *Б* — по вертикали и горизонтали; *в* — шкафы-перегородки каркасные; *г* — шкафы-перегородки смешанной конструкции

ния, расположением каналов, проводок и других элементов технологического и инженерного оборудования.

3.66. Звукоизолирующую способность шкафов-перегородок следует принимать согласно рекомендациям III раздела настоящего Пособия.

В узлах сопряжений следует предусматривать упругие прокладки (рис. 19).

3.67. По основным конструктивным решениям шкафы-перегородки подразделяются:

а) на универсальные — разборные с вертикальными и горизонтальными стенками, общими для смежных отделений;

б) на секционные из отдельных секций-шкафов, блокируемых друг с другом по горизонтали, а в случае отдельных антресольных секций — по горизонтали и вертикали;

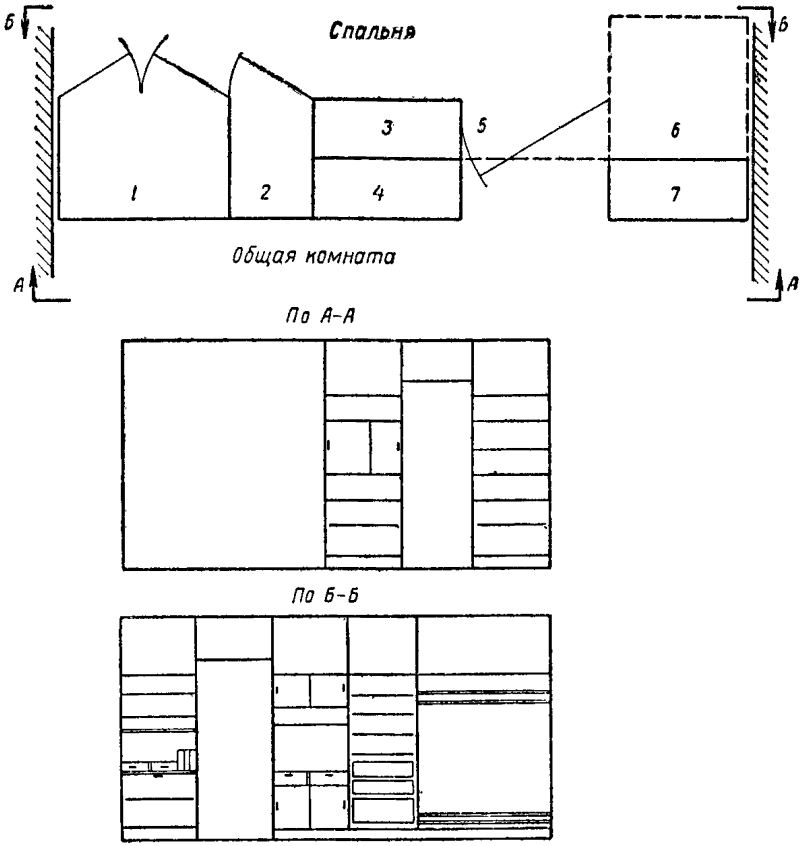


Рис. 18. Пример схемы компоновки шкафа-перегородки

1 — шкаф для платья; *2* — шкаф для белья; *3* — шкафы общего назначения; *4* — шкафы для посуды; *5* — дверной блок; *6* — секретер; *7* — шкаф для книг

в) на каркасные с реечным каркасом и заполнением в виде вертикальных и горизонтальных щитов, общих для смежных отделений;

г) на смешанные конструкции с вертикальными рамками и горизонтальными щитами и т. д.

3.68. Состав комплектов шкафов-перегородок для жилых и общественных зданий устанавливается проектом в соответствии с номенклатурой встроенного оборудования.

3.69. Встроенные шкафы должны изготовляться на мебельных фабриках или деревообделочных комбинатах

в виде законченных сборных конструкций и деталей, монтируемых при возведении зданий.

3.70. Шкафы-перегородки должны поставляться с наибольшей степенью готовности.

3.71. Количество типоразмеров элементов и деталей встроенных шкафов должно быть минимальным.

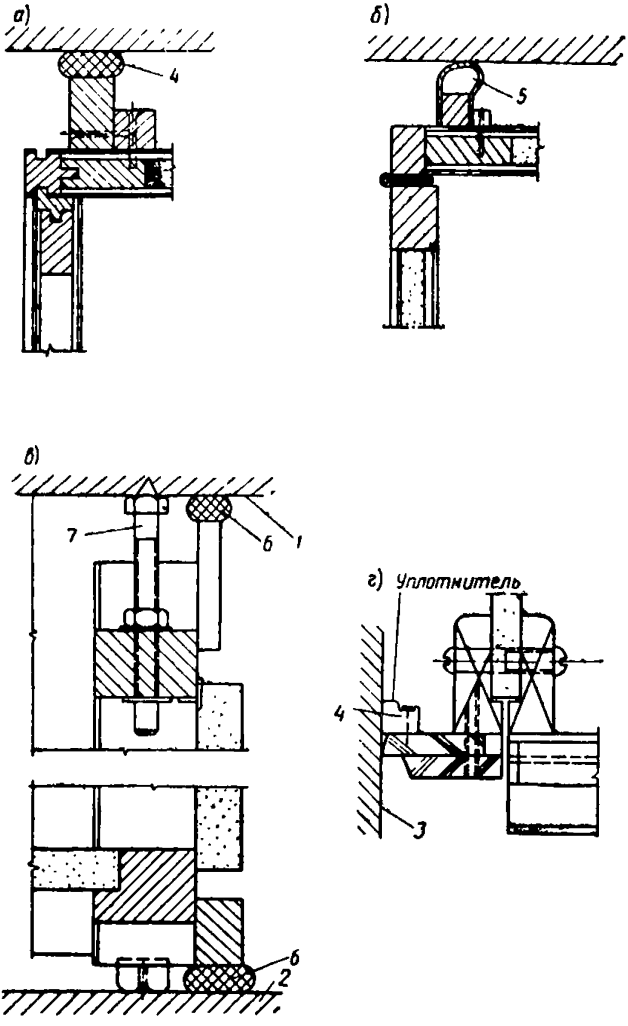


Рис. 19. Примеры решения сопряжений шкафов-перегородок с ограждающими конструкциями

а — к потолку с прокладкой из жгута сплошной резины; *б* — к потолку с прокладкой из гибкой резины; *в* — к потолку и полу с прокладкой из войлока; *г* — к стене прибивкой жгута из сплошной резины; *1* — потолок; *2* — пол; *3* — стена; *4* — резиновая прокладка; *5* — резиновая лента; *6* — войлок; *7* — болт

3.72. Все элементы и детали встроенного оборудования должны быть замаркированы в соответствии с их назначением.

3.73. Материалы, применяемые для изготовления шкафов-перегородок, должны удовлетворять требованиям соответствующих глав I части СНиП и действующих ГОСТ, согласно указаниям, приводимым на рабочих чертежах изделий и деталей.

3.74. Элементы и изделия шкафов-перегородок изготавливаются:

а) из естественной или переработанной древесины в виде пиломатериалов хвойных и твердолиственных пород, клеевой фанеры, столярной плиты, древесностружечной и древесноволокнистой и др.;

б) из сталей, алюминиевых сплавов и других металлов (штанги и др.);

в) из пластмасс и других синтетических материалов.

3.75. Элементы и детали шкафов-перегородок по их основному назначению подразделяются:

а) на ограждающие и несущие конструкции — боковые стенки, дверные блоки;

б) конструкции внутреннего устройства — штанги, ящики, полки и др.;

в) конструкции отдельных изделий — откидные столы и др.

ГЛАВА 4

ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ

НАЗНАЧЕНИЕ ПОЛОВ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Настоящая глава распространяется на проектирование перекрытий и полов зданий.

При проектировании перекрытий следует учитывать общие рекомендации, изложенные в I главе Пособия, настоящей главе и в СН 321-65 «Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов».

4.2. Междуэтажные перекрытия жилых, общественных и административных зданий должны обеспечивать звукоизоляцию от воздушного и ударного звука в соответствии с требованиями главы СНиП II-В.6-62, п. 6,

«Звукоизоляция ограждающих конструкций» и рекомендаций главы 14 настоящего Пособия.

Примечание. Требования по звукоизоляции в производственных зданиях определяются техническими условиями на их проектирование.

4.3. Требования к чердачным перекрытиям, перекрытиям над проездами и подвалами, а также к перекрытиям, разделяющим помещения с расчетными температурами, отличающимися на 10° и более, в отношении сопротивления теплопередаче, воздухо- и паропроницанию, теплоустойчивости, влажностного состояния и других теплотехнических показателей определяются на основании указаний главы СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» и II раздела настоящего Пособия.

4.4. Конструкции междуэтажных перекрытий отапливаемых зданий должны обеспечивать сопротивление воздухопроницанию не менее 50 $м^2/мм\ вод.ст. \cdot ч/кг$.

4.5. Перекрытие, являющиеся ограждениями от проникания вредных газов или запахов, следует проектировать с герметизирующими прослойками.

4.6. При необходимости ограждения от вредного воздействия проникающих излучений (гамма-излучения, излучения рентгеновской аппаратуры и т. д.) перекрытия следует изготовлять из особо тяжелых бетонов или защищать специальными покрытиями по особым технологическим условиям.

4.7. Требования к конструкциям перекрытий и полов по несущей способности, деформациям, образованию или раскрытию трещин при воздействии эксплуатационных и монтажных нагрузок определяются указаниями I главы, п. 1.6.

4.8 (СНиП II-В.6-62, п. 3.1). В качестве несущей части перекрытий следует применять преимущественно железобетонные изделия из бетонов любых видов (тяжелого и легкого на цементном вяжущем, плотного силикатного и др.). Деревянные перекрытия допускается применять над помещениями с сухим и нормальным влажностным режимом в зданиях III и IV классов согласно указаниям соответствующих глав СНиП о допускаемой степени огнестойкости различных зданий.

Примечания: 1. Деревянные перекрытия над помещениями с влажным режимом допускаются в сельскохозяйственных и произ-

водственных зданиях IV класса, а в районах, где лес является местным строительным материалом, также в зданиях IV класса другого назначения.

2. В деревянных конструкциях перекрытий следует предусматривать мероприятия по защите древесины от загнивания и в необходимых случаях от возгорания средствами, указанными в главе СНиП I-В.28-62 «Материалы для защиты деревянных конструкций от гниения, поражения древоточцами и возгорания».

4.9. Несущую часть перекрытий, выполняемую из железобетона, как правило, следует проектировать из крупных панелей.

Основные технические требования к железобетонным панелям перекрытий и к их изготовлению устанавливаются главой СНиП I-В.5-62 «Железобетонные изделия. Общие указания».

4.10. Применение в качестве несущего элемента стальных балок, а также устройство монолитных, сборно-монолитных перекрытий и перекрытий, выполняемых из мелкоразмерных (штучных) элементов, допускаются только при соответствующем обосновании.

4.11. Междуэтажные перекрытия жилых зданий рекомендуется проектировать по возможности в виде комплексной (составной) крупноразмерной конструкции, обладающей наибольшей заводской готовностью.

4.12 (СНиП I-В.5.1-62, п. 5.3). Составные изделия следует, как правило, поставлять с завода-изготовителя в виде комплексных панелей, состоящих из панелей перекрытий, совмещенных с панелями пола или потолка и с необходимыми звукоизоляционными, теплоизоляционными и другими прослойками и устройствами.

4.13. Допуски размеров крупных железобетонных панелей и плит устанавливаются по классу точности не ниже 10. При этом допускаемые отклонения от размеров крупных панелей не должны превышать по длине и ширине —10, +6 *мм*, по высоте несущей панели ±5 *мм*, разность по диагоналям —15 *мм*, по толщине плит в ребристых конструкциях ±5 *мм*, по толщине элементов пола, не работающих в пролете перекрытия, ±3 *мм*, по толщине защитного слоя ±5 *мм*, по отклонениям в положении отверстий для вентиляционных каналов ±5 *мм*, по отклонениям положения закладных деталей и монтажных петель в плоскости панелей ±10 *мм*, по отклонениям закладных деталей и выпусков арматуры из плоскости панелей ±5 *мм*, по толщине звукоизоляционного слоя или

прокладок в панелях, скомплектованных на заводе, ±2 *мм*.

Искривление поверхностей панелей и ее граней должно быть не более 2 *мм* на 1 *м*, но не более 10 *мм* по наибольшему размеру.

4.14 (СНиП I-В.5.1-62, п. 5.6). Допуск на шероховатость лицевой поверхности панелей устанавливается по классу точности 2-Ш.

Допуск на шероховатость поверхностей панелей, предназначенных на настилку линолеума или пластмассовых плиток, устанавливается по классу шероховатости 3-Ш.

КЛАССИФИКАЦИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

4.15. По назначению перекрытия подразделяются на междуэтажные, чердачные [1], перекрытия над подвалами, перекрытия над проездами и помещениями с более низкой температурой.

4.16. По способу обеспечения звукоизоляции от воздушного звука междуэтажные перекрытия подразделяются на две группы: акустически однородные и акустически раздельные.

Акустически однородными называются перекрытия, состоящие из одного или нескольких жестких слоев, жестко соединенных между собой (в том числе имеющие пустоты или щели). Звукоизолирующая способность акустически однородных перекрытий определяется массой, приходящейся на единицу площади (весом в *кг/м*^{2}), а также свойствами составляющих их твердых материалов.

4.17. Акустически раздельными называются перекрытия, состоящие из двух (или более) жестких элементов, разделенных сплошным промежутком и не имеющих между собой жестких связей. Звукоизолирующая способность акустически раздельных перекрытий определяется свойствами составляющих их элементов из твердых материалов, разобщенных воздушной прослойкой, толщиной этой прослойки, а также свойствами звукоизоляционных материалов, заполняющих ее частично или полностью.

---

[1] Положения по проектированию чердачных перекрытий приводятся в главе 5 настоящего Пособия.

4.18. Акустически однородные перекрытия состоят из несущего элемента, образующего поверхность потолка, и покрытия пола с прослойкой упруго-мягкого материала, обеспечивающего изоляцию от ударного звука.

4.19. Акустически раздельные перекрытия подразделяются на следующие типы:

а) с раздельным полом, когда элемент потолка является несущим и имеет значительно бóльшую жесткость, чем элемент пола;

б) из двух несущих панелей, жесткости которых отличаются не более чем в 10 раз;

в) с раздельным потолком, когда элемент пола является несущим и имеет значительно бóльшую жесткость, чем элемент потолка;

г) с раздельным потолком и звукоизолирующим покрытием пола (рис. 20).

4.20 (СНиП I-В.5.1-62, п. 5.1). Панели междуэтажных перекрытий подразделяются на панели перекрытий «на комнату», панели-настилы, панели полов и панели потолка при раздельных перекрытиях.

4.21. По величине рабочего пролета панелей перекрытия подразделяются на панели малого пролета — до 3,6 *м*; среднего пролета — от 3,6 до 4,6 *м* и большого пролета — более 4,6 *м*.

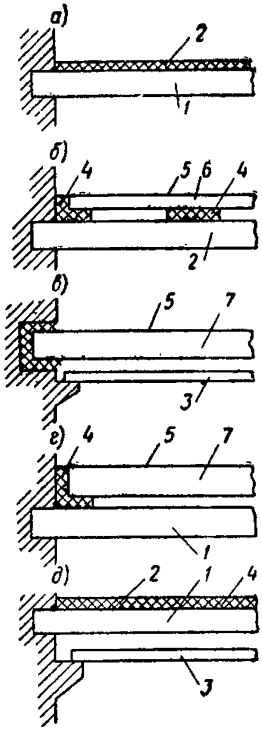


Рис. 20. Конструктивные схемы перекрытий

а — акустически однородное с звукоизолирующим покрытием пола; *б* — с раздельным полом; *в* — с раздельным потолком; *г* — раздельное из двух несущих панелей; *д* — с раздельным потолком и звукоизолирующим покрытием пола; *1* — несущая панель; *2* — звукоизолирующее покрытие пола; *3* — подвесной или самонесущий потолок; *4* — звукоизоляционные прокладки; *5* — линолеум или мастичное покрытие пола; *6* — панель основания раздельного пола; *7* — панель пола

4.22. По характеру и расположению опор панели перекрытий подразделяются на опертые: а) по двум сторонам; б) по трем сторонам; в) по контуру; г) по четырем углам; д) по двум углам и стороне; е) по двум сторонам и углу.

Панели, опертые в трех и более точках на протяжении одной стороны, классифицируются как опертые по всей этой стороне.

На рис. 21 приведены возможные случаи опирания панелей перекрытия различных пролетов.

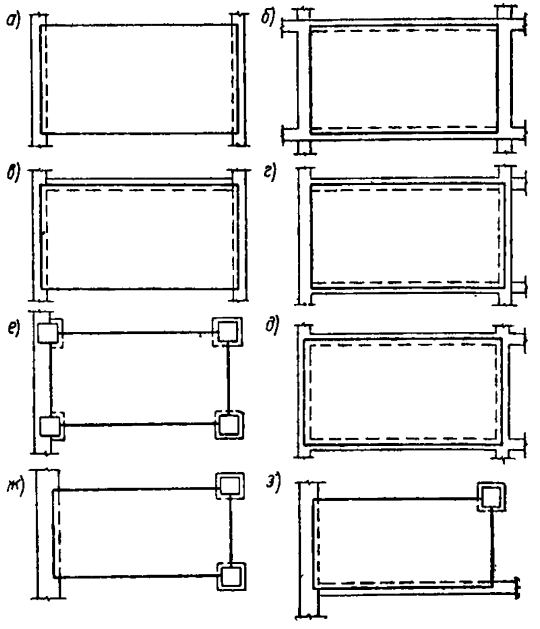


Рис. 21. Схемы опирания панелей перекрытий

а — по двум сторонам при наибольшем пролете; *б* — по двум сторонам при наименьшем пролете; *в* — по трем сторонам при наибольшем пролете; *г* — по трем сторонам при наименьшем пролете; *д* — по контуру (четырем сторонам); *е* — по четырем углам; *ж* — по двум углам и стороне; *з* — по двум сторонам и углу

4.23. Несущие панели перекрытий по форме сечения и конструкции подразделяются на: а) *сплошные*, однослойные, слоистые, с вкладышами; б) *ребристые* — ребрами вниз, ребрами вверх; в) *пустотные* — с круглыми, с овальными пустотами; г) *шатровые;* д) *складчатые.*

КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

4.24. В панельных перекрытиях малого и среднего пролета жилых домов рекомендуется применять контурное опирание панелей. В случае опирания таких панелей

по трем сторонам свободный край панели следует располагать над ненесущей перегородкой.

4.25. Перекрытия большого и среднего пролета, а при соответствующем обосновании и перекрытия малого пролета рекомендуется проектировать с напряженным армированием несущих элементов.

4.26. При проектировании несущих панелей и сборных элементов подвесного потолка следует стремиться к минимальному количеству стыков в пределах перекрываемого помещения. Стыки панелей предпочтительно устраивать в местах их опирания на стены и ригели, а также в местах установки перегородок.

Стыки между несущими панелями и между элементами подвесного потолка должны быть тщательно заделаны.

4.27. В качестве несущих элементов акустически однородных перекрытий малых и средних пролетов рекомендуется применять сплошные панели размером «на комнату» с ровной верхней поверхностью, пригодной под настилку звукоизолирующего покрытия пола.

В качестве несущих элементов акустически однородных перекрытий больших пролетов рекомендуется применять многопустотные панели-настилы с круглыми пустотами. По верху настилов устраивается выравнивающая и утяжеляющая цементно-песчаная стяжка, которая используется в качестве основания под звукоизолирующее покрытие пола.

В случае, когда требуется по акустическому расчету увеличить вес многопустотных панелей размером «на комнату» (в домах с тремя продольными стенами) или на половину конструктивной ячейки (в домах с поперечными несущими стенами), имеющих поверхность, пригодную под настилку покрытия пола, рекомендуется сокращение количества пустот в панели или уменьшение их диаметров.

4.28. В междуэтажных перекрытиях жилых и общественных зданий с раздельным полом рекомендуется применять сплошные панели, панели ребрами вверх, пустотные и складчатые панели. Применение панелей ребрами вниз в перекрытиях с раздельным полом целесообразно в тех случаях, когда на потолке помещения допускаются открытые ребра или когда несущая панель размером «на комнату» имеет ребра только по контуру (шатровая панель).

Сплошные несущие панели в перекрытиях с раздельным полом рекомендуется применять только при малых пролетах, облегченные многопустотные панели и настилы — только при больших пролетах с опиранием по двум и трем сторонам, шатровые и складчатые панели — при больших пролетах и всех указанных для них на рис. 20 в случаях опирания.

Ребристые панели могут применяться при всех величинах пролета и всех случаях опирания, показанных на рис. 21.

4.29. В междуэтажных перекрытиях жилых и общественных зданий с раздельным потолком, а также с раздельным потолком и звукоизолирующим покрытием пола рекомендуется применять панели ребрами вниз.

В перекрытиях с раздельным потолком несущие панели следует опирать через звукоизоляционные прокладки.

В перекрытиях с раздельным потолком и звукоизолирующим покрытием пола может проектироваться жесткое опирание несущих панелей.

4.30. Применение двух несущих тонкостенных панелей для перекрытий раздельного типа рекомендуется при использовании высокопроизводительных методов изготовления этих панелей и при условии комплектования их на заводе в одну комплексную панель.

Нижняя панель ребрами вверх (панель потолка) жестко опирается на несущие стены и рассматривается в качестве горизонтальной диафрагмы жесткости. Верхняя панель ребрами вниз (панель пола) опирается на нижнюю панель через расположенные по контуру звукоизоляционные прокладки.

Панель пола из условий звукоизоляции не должна иметь в эксплуатационном положении каких-либо жестких связей с нижней панелью и со стенами.

Толщина прокладок и минимальный зазор между панелями должны быть не менее 25 *мм*.

4.31. Акустически раздельные перекрытия обеспечивают более высокую звукоизоляцию от воздушного звука, чем акустически однородные того же веса. При одинаковой звукоизолирующей способности акустически раздельные перекрытия могут быть значительно легче акустически однородных.

Окончательная оценка звукоизолирующей способности акустически однородных и раздельных перекрытий

производится на основании натурных исследований в экспериментальных домах.

4.32. Звукоизолирующая способность акустически раздельных перекрытий типов, перечисленных в подпунктах «а» и «б» п. 4.19, от воздушного и ударного звуков тем выше, чем меньше динамическая жесткость звукоизолирующих прокладок, на которые опираются элементы пола.

Динамическая жесткость определяется отношением динамического модуля упругости звукоизоляционного материала при данной величине давления на прокладку к толщине этой прокладки.

Наименьшую динамическую жесткость имеют прокладки из минераловатных и стекловолокнистых материалов. Применение этих материалов для частичного заполнения воздушной прослойки акустически раздельных перекрытий типов, указанных в подпунктах «б», «в» и «г» п. 4.19, повышает их звукоизолирующую способность от воздушного и ударного звуков.

Для предварительной оценки звукоизолирующей способности акустически раздельных перекрытий следует руководствоваться данными испытаний аналогичных конструкций и расчетов в соответствии с рекомендациями главы 14 настоящего Пособия.

4.33. Звукоизолирующая способность акустически однородного перекрытия, определенная в лабораторных условиях без учета косвенных путей распространения звука, необходимая для обеспечения нормативных показателей в натурных условиях, вес перекрытия, приходящийся на единицу площади, должны быть тем больше, чем меньше отношение жесткости несущих стен, разделяющих помещения, к жесткости перекрытия.

Применение акустически однородных перекрытий наиболее целесообразно при наличии массивных несущих стен и межкомнатных перегородок, не имеющих жестких связей с перекрытием. Необходимый вес акустически однородных покрытий в этом случае меньше, чем при других условиях.

Предварительная оценка звукоизолирующей способности акустически однородных перекрытий производится на основании результатов исследования подобных конструкций в зданиях. При отсутствии опытных данных предварительная оценка звукоизоляции производится рас-

четным путем по методике, изложенной в 14 главе настоящего Пособия.

В случае, если отношение жесткости несущих стен к жесткости акустически однородных перекрытий менее 1,7, предварительно следует назначать бóльшую толщину и больший вес 1 $м^2$ перекрытия, чем это требуется по расчету.

Средний объемный вес тяжелого бетона в сухом (эксплуатационном) состоянии следует при расчетах звукоизоляции принимать равным 2,25 $т/м^3$.

4.34. Звукоизолирующая способность от воздушного звука перекрытий с раздельным полом при использовании в качестве сплошного звукоизоляционного слоя материалов с высокой динамической жесткостью, а также засыпок из песка или шлака зависит главным образом от веса этих перекрытий (с полом), который для жилых зданий должен быть не менее 320—350 $кг/м^2$.

4.35. В местах пропуска трубопроводов сквозь междуэтажные перекрытия жилых и общественных зданий для обеспечения звукоизоляции в этом узле вокруг трубопроводов следует предусматривать устройство плотных гильз из мягкого асбестового картона или из иного мягкого и плотного материала, не изменяющего свои свойства в течение периода эксплуатации здания.

Заделку отверстий в перекрытии, предусмотренных для пропуска трубопроводов, следует производить таким образом, чтобы:

а) воздух смежных помещений не мог бы сообщаться через это отверстие в обход мягкой гильзы;

б) заделка не создавала бы жестких связей, проводящих ударный шум, между элементами пола, уложенными на звукоизолирующие прокладки, и остальными конструкциями здания.

Примеры устройства пропуска трубопроводов через перекрытие приводятся на рис. 22.

При отсутствии мягкого асбестового картона или иного подобного материала допускается применять металлические гильзы, внутренний диаметр которых не менее чем на 10 *мм* больше диаметра трубопровода. В этом случае устройство пропуска трубопровода через перекрытие производится так же, как показано на примере рис. 22.

Зазор между металлической гильзой и трубопроводом должен быть плотно заполнен минеральным войлоком.

Заполнение этого зазора рекомендуется производить до заделки раствором отверстия в перекрытии.

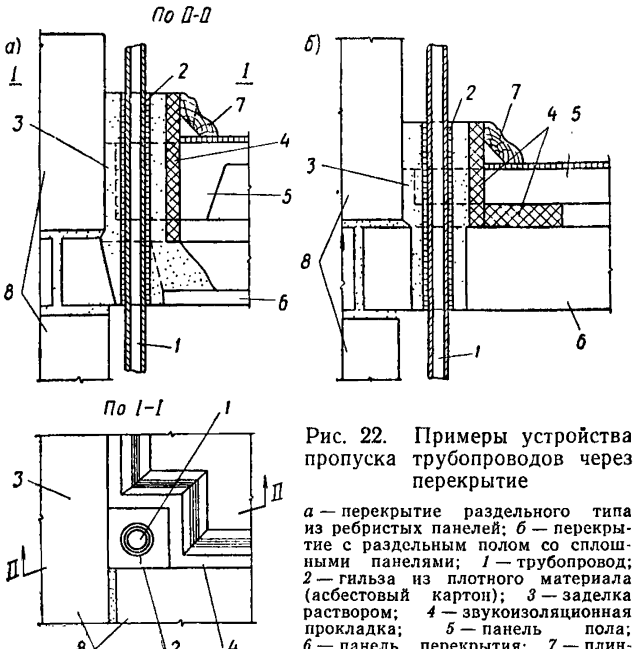


Рис. 22. Примеры устройства пропуска трубопроводов через перекрытие

а — перекрытие раздельного типа из ребристых панелей; *б* — перекрытие с раздельным полом со сплошными панелями; *1* — трубопровод; *2* — гильза из плотного материала (асбестовый картон); *3* — заделка раствором; *4* — звукоизоляционная прокладка; *5* — панель пола; *6* — панель перекрытия; *7* — плинтус; *8* — стены

4.36. В проектах жилых и общественных зданий должны быть подробно освещены мероприятия по обеспечению звукоизолирующей способности междуэтажных перекрытий с указанием на очередность их осуществления.

В рабочих чертежах должны содержаться указания:

а) о материале звукоизоляционных прокладок (с указанием соответствующих ГОСТов или ТУ);

б) о размерах и расположении этих прокладок;

в) о недопустимости жестких связей отдельных частей перекрытия между собой и со стенами (в тех случаях, когда это необходимо);

г) об устройстве пропусков трубопроводов и электропроводок через перекрытие.

4.37. Междуэтажные перекрытия в промышленных зданиях следует проектировать из материалов, стойких ко всем видам эксплуатационных воздействий, возможных в данном помещении. При невозможности удовлетворить это требование следует предусматривать меры по защите перекрытий от вредных воздействий.

4.38 (СНиП II-В.6-62, п. 3.7). В помещениях с интенсивным выделением лучистого тепла, где температура внутренней поверхности перекрытия периодически или постоянно превышает $+100^{\circ}$ С, при проектировании следует учитывать изменение прочностных характеристик бетона от нагрева либо в необходимых случаях предусматривать выполнение соответствующих участков железобетонных перекрытий из жаростойких бетонов.

При применении обычных бетонов должны быть приняты специальные меры по их защите от воздействия высоких температур.

4.39 (СНиП II-В.6-62, п. 3.8). В перекрытиях необходимо предусматривать мероприятия по устранению возможности проникания влаги внутрь конструкции. В частности, в междуэтажных перекрытиях помещений с мокрым режимом, а также в санитарных узлах следует предусматривать гидроизоляционный слой, края которого должны быть заведены на примыкающие стены и перегородки до верха плинтуса в жилых и общественных зданиях, а также во вспомогательных зданиях промышленных предприятий и на 300 *мм* выше отметки чистого пола в производственных зданиях.

Примечание. В санитарных узлах жилых домов квартирного типа с железобетонными перекрытиями при проектировании полов из керамических и других видов плотных плиток специальный гидроизоляционный слой допускается не предусматривать при условии введения гидрофобизирующих или уплотняющих добавок (например, алюмината натрия) в цементно-песчаные растворы для устройства стяжек под полы. При проектировании полов из водостойких, водонепроницаемых материалов (релина, пластмассы и др.) цементно-песчаную стяжку допускается предусматривать без упомянутых выше добавок.

4.40. Полы в санитарных узлах жилых домов квартирного типа и бытовых помещениях производственных зданий с железобетонными перекрытиями рекомендуется, как правило, проектировать из сборных элементов в виде железобетонных поддонов толщиной не менее 40 *мм* с бортиками по контуру и с покрытием пола из керамических плиток, устроенным в процессе бетонирования под-

дона на заводе. Отверстия для трубопроводов следует предусматривать вне чаши поддона. Пол поддона в месте установки ванны устраивается с уклонами в сторону свободного пространства помещения.

В случае применения сборных поддонов оклеечная гидроизоляция санитарных узлов не предусматривается.

Установку поддонов на несущие элементы перекрытий следует предусматривать по выравнивающему слою песка толщиной 15 *мм*.

4.41. Несущие панели в перекрытиях с раздельным потолком и панели пола в перекрытиях из двух несущих железобетонных плит предпочтительно выполнять из легких бетонов на пористых заполнителях, обеспечивающих меньшее теплоусвоение.

4.42. Несущие панели перекрытий в жилых зданиях, выполняемые из легких бетонов на пористых заполнителях с объемным весом не более 1400 *кг/м*^{3}, рекомендуется проектировать в виде крупноразмерных монтажных элементов, включающих балконную плиту.

4.43 (СНиП II-В.6-62, п. 3.4). Подвесные потолки, а также потолки, отделенные от несущей части перекрытия воздушной прослойкой, рекомендуется предусматривать при облегченных перекрытиях, в которых несущая часть служит основанием пола, с целью обеспечения требуемой звукоизоляции, а также для других целей, определяемых назначением зданий.

Подвесные потолки рекомендуется предусматривать в виде сборных панелей из листовых материалов либо железобетонных тонкостенных часторебристых плит; такие потолки, применяемые для обеспечения требуемой звукоизоляции, следует крепить к перекрытиям посредством пружинных связей или подвесок со звукоизоляционными прокладками.

Потолки, отделяемые от несущей части перекрытий воздушной прослойкой, не должны иметь жестких связей с несущей конструкцией, крепление таких потолков следует предусматривать преимущественно к стенам или перегородкам.

Примечания: 1. В зданиях, где необходимость устройства подвесных потолков обусловливается не требованиями звукоизоляции, допускается крепление потолков к несущим конструкциям перекрытия посредством жестких связей.

2. Пространство между потолком и несущей частью перекрытия допускается использовать для размещения осветительных приборов, электропроводки и вентиляционных каналов.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОДВЕСНЫХ САМОНЕСУЩИХ ПОТОЛКОВ

4.44. Подвесным потолком называется элемент перекрытия (или покрытия), не воспринимающий временных нагрузок и соединенный с несущими конструкциями посредством связей-креплений. В отличие от подвесного самонесущим потолком называется элемент, не имеющий связей с несущими конструкциями перекрытий (или покрытий) и передающий нагрузку от собственного веса (а также веса расположенного на нем легкого инженерного оборудования) непосредственно стенам или перегородкам.

4.45. Подвесные (или самонесущие) потолки применяются в тех случаях, когда:

а) требуемый гладкий потолок не может быть образован нижней поверхностью несущей панели перекрытия (несущая панель ребрами вниз);

б) перекрытие без раздельного потолка не обеспечивает требуемой звукоизоляции;

в) несущие конструкции перекрытия не обладают нормативной огнестойкостью;

г) из условий акустики помещения требуется звукопоглощающая поверхность потолка;

д) в сейсмических районах строительства возникает необходимость архитектурной отделки потолка (применение мокрой штукатурки не допускается);

е) в помещениях большой ширины, предназначенных для собраний, заседаний, зрелищных мероприятий и т. д., по архитектурным и эксплуатационным требованиям необходимо скрыть несущие конструкции;

ж) в производственных зданиях, требующих особой чистоты помещений, необходимо устройство скрытой проводки воздухопроводов, технологических трубопроводов, электросетей и других коммуникаций;

з) в производственных зданиях с широким шагом колонн целесообразно уменьшить объем помещений, в которых должен поддерживаться постоянный температурно-влажностный режим.

4.46 (СНиП II-В.6-62, п. 3.6). В помещениях, где по акустическим требованиям необходимо предусмотреть поглощение звука поверхностью потолка, в качестве материалов и изделий, образующих ее, следует применять: плиты двухслойные древесноволокнистые перфорирова-

ванные, цементно-фибролитовые, минераловатные и стекловатные перфорированные, а также сборные щиты с перфорированным и неперфорированным покрытием, отвечающие требованиям главы СНиП I-В.26-62 «Теплоизоляционные и акустические материалы и изделия».

4.47. Подвесные или самонесущие потолки являются составными элементами акустически раздельных перекрытий типов, указанных в подпунктах «в» и «г» п. 4.19, как комплексных ограждающих конструкций.

Выбор материалов для элемента потолка и его конструкция определяются особенностями несущей части перекрытия (величиной пролета, ее огнестойкостью, звукоизолирующей способностью и др.), а также экономическими соображениями.

Самонесущие раздельные потолки рекомендуется применять при малых пролетах, подвесные — при больших.

Между несущей панелью междуэтажного перекрытия и раздельным потолком следует предусматривать сплошную воздушную прослойку. Минимальный зазор между ребрами несущей панели и элементов потолка должен быть не менее 20 *мм*.

При проектировании междуэтажных перекрытий с раздельным потолком следует учитывать, что звукоизолирующая способность перекрытия этого типа возрастает с увеличением веса элемента потолка и с уменьшением его жесткости.

В конструкциях раздельных потолков следует предусматривать укладку сплошного слоя из минераловатных или стекловолокнистых матов, прошитых в водонепроницаемой бумаге либо укрытых этой бумагой или пластмассовой пленкой (например, полиамидной).

Стыки элементов раздельного потолка и места их примыкания к другим конструкциям должны быть надежно уплотнены упругими материалами (поропластом, антисептированной паклей, войлоком и др.), а также закрыты пластмассовыми галтелями и раскладками.

4.48. Прогиб самонесущих потолков в течение всего периода эксплуатации не должен превышать $^1/_{200}$ их пролета.

При наличии строительного подъема (предварительного выгиба) допустимый прогиб повышается на величину этого подъема (выгиба).

Величина строительного подъема за вычетом кратковременного прогиба от собственного веса элемента самонесущего потолка не должна превышать $^1/_{200}$ его пролета.

Раздельные потолки (подвесные и самонесущие) рекомендуется конструировать со строительным подъемом. Стрелка провисания раздельного потолка не должна превышать 10 *мм*.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОЛОВ

4.49 (СНиП II-В.6-62, п. 3.9). Конструкции полов и материалы, применяемые для устройства их верхнего слоя, должны обеспечить ровную, нескользкую поверхность, непылящую и удобную для очистки, удовлетворяющую санитарно-гигиеническим, эксплуатационным и декоративным требованиям данного помещения. Кроме того, дополнительные требования к полам устанавливаются нормами проектирования зданий различного назначения.

В отдельных зонах производственных помещений, имеющих особый характер эксплуатационных воздействий, допускается предусматривать конструкцию и материал пола, отличающиеся от преобладающих в данном помещении.

В помещениях, где при эксплуатации возможно перемещение оборудования, установленного на полу (без фундаментов), а также изменение расположения проездов, рабочих и других зон, применяют одну конструкцию пола.

4.50. Показатели теплоусвоения поверхностей полов жилых, общественных и отапливаемых производственных зданий должны отвечать требованиям норм теплоусвоения, приведенных в главе СНиП II-А.7-62, п. 5.

Определение показателей теплоусвоения производится на основании главы 11 настоящего Пособия.

4.51. При проектировании полов следует учитывать положения, приведенные в главе СНиП III-В.14-62, а также в СН 300—65 «Указания по проектированию полов производственных, жилых, общественных и вспомогательных зданий» и в настоящем Пособии.

4.52. Полы являются составным элементом междуэтажных перекрытий как комплексных ограждающих

конструкций. Выбор конструкции пола производится в зависимости от общего конструктивного решения перекрытия.

4.53. В акустически однородных перекрытиях жилых, общественных и административных зданий, а также в акустически раздельных перекрытиях с раздельным потолком и звукоизолирующим покрытием пола (п. 4.19) рекомендуется в качестве покрытия пола применять двухслойный звукоизолирующий линолеум или иные материалы, отвечающие требованиям по деформативности, приведенным в п. 4.82 настоящего Пособия, и обеспечивающие в комплексе с другими элементами перекрытия нормативные требования по теплоусвоению и звукоизоляции от ударного звука.

4.54. Покрытие пола из двухслойного линолеума на мягкой звукоизолирующей подкладке устраивается непосредственно по выровненной поверхности несущих панелей.

Звукоизолирующий линолеум рекомендуется применять в виде ковров размером «на комнату», сваренных на заводе, изготовляющем материалы покрытия пола. Приклейка ковров линолеума на войлочной звукоизолирующей подкладке к несущей части перекрытия для сохранности звукоизолирующих свойств не производится.

Примечание. Покрытие пола может быть выполнено в виде отдельно укладываемого войлочного ковра и натягиваемой поверх него пластмассовой пленки, прикрепляемой посредством плинтусов.

4.55. В акустически раздельных перекрытиях типа, указанного в подпункте «а» п. 4.19, в качестве элементов пола рекомендуется применять: сплошные и ребристые тонкостенные панели основания размером «на комнату» из легких бетонов на пористых заполнителях и из тяжелого мелкозернистого бетона, сплошные панели основания размером «на комнату» из легкого бетона на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем, дощатые панели заводского производства размером «на комнату», паркетные доски и щиты.

В качестве элементов раздельного пола могут применяться также:

дощатые настилы по лагам, собираемые на постройке из отдельных шпунтованных досок;

водостойкие древесностружечные плиты и панели из этих плит размером «на комнату»;

монолитные стяжки из тяжелых или легких (на пористом песке) цементно-песчаных растворов.

Все перечисленные выше элементы пола опираются на несущие элементы покрытий на сплошной слой или отдельные прокладки из звукоизоляционных материалов.

4.56. В качестве сплошного звукоизоляционного слоя рекомендуется применять маты и плиты полужесткие минераловатные и стекловатные на синтетической связке, маты стекловатные, прошитые в водостойкой бумаге.

В качестве отдельных звукоизоляционных прокладок и лент рекомендуется применять:

а) стекловатные и минераловатные плиты на синтетической связке;

б) изоляционные древесноволокнистые плиты, обработанные антисептиком.

При проектировании перекрытий следует учитывать, что применение засыпок в качестве звукоизолирующего слоя малоэффективно (см. главу СНиП II-В.6-62, табл. 9 и 10, а также п. 4.34 настоящего Пособия).

4.57. Панели основания раздельного пола следует проектировать в соответствии с «Указаниями по проектированию, изготовлению и применению панелей основания раздельного пола междуэтажных перекрытий жилых и общественных зданий» (М., 1965).

Толщину сплошных панелей основания пола для жилых зданий рекомендуется принимать:

Из легкого бетона на пористых заполнителях	40 *мм*
» водостойкого гипсобетона (на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем)	60 »
» тяжелого мелкозернистого бетона	30 »

Прочность легкого бетона при сжатии к моменту распалубки панелей основания размером «на комнату» рекомендуется назначать не ниже 100 *кг/см*^{2}, прочность водостойкого гипсобетона — не ниже 75 *кг/см*^{2} (в сухом состоянии), прочность тяжелого мелкозернистого бетона — 150 *кг/см*^{2} (марка 200). Сплошные панели основания пола размером «на комнату» из легкого, тяжелого и гипсоцементного бетона рекомендуется опирать на полосовые звукоизоляционные прокладки, расположенные по контуру (шириной 150 *мм*) и параллельно одной из сторон (шириной 100 *мм*) с шагом 400—600 *мм* в осях.

4.58. Покрытия полов из различных видов однослойного линолеума и пластмассовых плиток могут устраи-

ваться в жилых домах непосредственно по раздельным основаниям из легкого и гипсоцементного бетонов, если их объемные веса в сухом состоянии не превышают соответственно 1200 и 1300 *кг/м*^{3}, а также по основаниям из водостойких древесностружечных плит. В случае применения раздельных оснований из тяжелого бетона или легкого и гипсоцементного бетонов с большим объемным весом, чем указано выше, для уменьшения показателей теплоусвоения покрытие пола из линолеума в жилых домах устраивают по утепляющему слою из полутвердых древесноволокнистых плит или гипсовой сухой штукатурки.

Примечания: 1. В жилых домах при основании пола из шлакопемзобетона с объемным весом менее 1400 *кг/м*^{3} покрытия из линолеума можно устраивать без утепляющего слоя.

2. В административных и общественных зданиях допускается непосредственная приклейка линолеума или пластмассовых плиток на основании из легкого или гипсоцементного бетона с более высокими объемными весами, чем в жилых домах. Максимальные объемные веса бетонов, обсепечивающих в этом случае нормативное значение показателя теплоусвоения без устройства утепляющего слоя под покрытием, определяются расчетом.

4.59. Бесшовные мастичные полы, отвечающие нормативным требованиям по теплоусвоению, рекомендуется устраивать на легкобетонных основаниях.

4.60. Покрытия из паркета могут устраиваться непосредственно по поверхности любого основания раздельного пола.

4.61. При устройстве монолитной стяжки по сплошному слою из звукоизоляционного материала между этим слоем и стяжкой следует предусматривать однослойный гидроизоляционный ковер из толя или пергамина. По засыпке из песка или шлака гидроизоляцию не устраивают. В этом случае допускается выполнение стяжки наливным способом.

4.62. При устройстве дощатых полов и полов из паркетных досок по ленточным звукоизоляционным прокладкам толщиной 25 *мм*, из мягких древесноволокнистых плит или из других, более эффективных в звукоизоляционном отношении материалов с меньшим модулем упругости толщина лаг, опирающихся всей поверхностью на прокладки, должна составлять 40 *мм*, а ширина — 80 *мм*. В этом случае расстояние в осях между лагами дощатых полов при толщине досок 29 *мм* должно составлять 600 *мм*, а между лагами полов из паркетных досок — 500 *мм*.

4.63. Вентиляционные решетки в дощатых полах на железобетонных перекрытиях устраивать не следует.

4.64. Элементы пола в акустически раздельных перекрытиях типов, указанных в подпунктах «а», «б» и «в» п. 4.19, не должны непосредственно соприкасаться со стенами и стационарными перегородками. Образуемые между элементами пола и стенами (или перегородками) зазоры следует заполнять звукоизоляционными материалами и закрывать плинтусами или галтелями. Детали примыкания пола к стенам показаны на рис. 23.

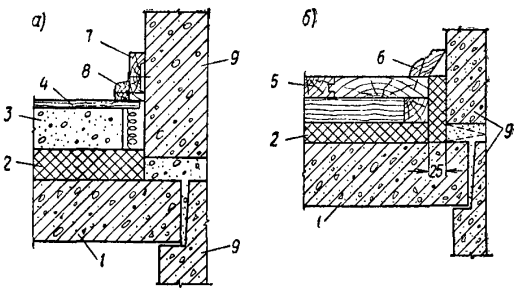


Рис. 23. Детали примыкания пола к стенам

а — пол с полимерным покрытием; *б* — деревянный пол; *1* — панель перекрытия; *2* — звукоизоляционная прокладка; *3*—панель пола; *4* — пол из мастики; *5* — деревянный пол; *6* — галтели, прибиваемые к полу; *7* — плинтус, прикрепляемый к стене; *8* — раскладка, закрепляемая к плинтусу; *9* — стена

Целесообразно применение гибких плинтусов из полимерных материалов.

4.65. В акустически раздельных перекрытиях типов, приведенных в подпунктах «б» и «в» п. 4.19, покрытия пола, устраиваемые по несущим элементам из тяжелого и легкого бетонов, принимаются в соответствии с пунктами 4.58—4.60 настоящего Пособия.

4.66. В отапливаемых помещениях первого этажа с нормируемым перепадом между температурами внутреннего воздуха и поверхности пола следует предусматривать утепление пола, устраиваемого на грунте, слоем утеплителя из неорганических влагостойких материалов (например, шлака) толщиной 15—25 *см*, расположенным под конструкцией пола в зонах примыкания его к наружным стенам и стенам, отделяющим отапливаемые поме-

щения от неотапливаемых, шириной 1,5—2 *м* применением утепленного цоколя, прокладкой вдоль стен труб отопления в каналах. При невозможности осуществления указанных мероприятий или недостаточной их эффективности полы первого этажа устраивают по утепленному цокольному перекрытию.

4.67 (СНиП II-В.6-62, п. 3.12). Воздушное пространство под полом (подполье) допускается в помещениях сухих и с нормальным влажностным режимом. При этом необходимо учитывать следующие указания:

а) в отапливаемых помещениях первого этажа деревянные полы с подпольем, устраиваемые на грунте по лагам, допускаются только при расположении уровня грунтовых вод на глубине, большей высоты их капиллярного поднятия, и устройстве утепленного цоколя. При этом в толще цоколя и прилегающего к нему утеплителя не должно происходить накопления влаги в годовом периоде эксплуатации здания, пространство под полом должно сообщаться с воздухом помещения (но не с вентиляционными или дымовыми каналами) посредством щелевых плинтусов или решеток, устраиваемых в полах; вокруг здания следует устраивать отмостку для отвода атмосферных вод;

б) в отапливаемых помещениях первого этажа при неутепленном цоколе или при уровне грунтовых вод, более высоком, чем указано в подпункте «а», полы с подпольем следует устраивать по утепленному цокольному перекрытию, в этом случае воздушное пространство под цокольным перекрытием должно сообщаться с наружным воздухом через отверстия (продухи) в цоколе.

4.68. Подпольное пространство неотапливаемых помещений первого этажа должно сообщаться либо с внутренним, либо с наружным воздухом. В последнем случае в противоположных наружных стенах надлежит делать отверстия (по два на каждые 15—20 $м^2$ площади пола).

4.69. Подпольное пространство больших помещений (как отапливаемых, так и неотапливаемых) следует в целях предотвращения распространения огня при пожаре разделять перегородками из досок, кирпича или фибролитовых плит на замкнутые отсеки размером $(4 \div 5) \times (4 \div 5)$ *м*.

4.70 (СНиП II-В.6-62, п. 3.13). Полы производственных и торговых помещений, в которых перерабатываются и хранятся пищевые продукты, а также полы жи-

Таблица 6

Виды полов в животноводческих помещениях

Наименование животноводческих зданий	Рекомендуемые виды полов
Коровник при беспривязном содержании животных	а) В секциях для животных — из утрамбованного грунта, заглубленные до отметки — 0,5 с устройством откосов по всему периметру стен или на нулевой отметке б) В проходах и на преддоильной площадке — бетонные
Коровники со стойловым содержанием животных	а) В стойлах для коров, манеже, душевой, молочном блоке — бетонные по шлакобетонному основанию б) В помещениях персонала — дощатые по лагам, втопленным в грунт
Здания для молодняка крупного рогатого скота	Грунтовые
Телятники с родильным отделением	а) В денниках, стойлах и станках для животных — бетонные по шлакобетонному основанию б) В остальных помещениях — бетонные по утрамбованному грунтовому основанию
Свинарники-маточники	а) В станках для свиней — асфальтовые по шлакобетонной подготовке б) В проходах, топочной, кормораздаточной — цементно-песчаные по бетонному основанию в) В служебных помещениях — дощатые по лагам, втопленным в грунтовое основание
Свинарники-откормочники при свободно-выгульном содержании свиней	а) В логовищах для свиней — асфальтовые по шлакобетонной подготовке с уклоном в сторону наружных продольных стен б) В помещениях для кормления свиней — цементно-песчаные по бетонной подготовке с уклоном в сторону трапов
Птичники для кур-несушек, акклиматизаторы для цыплят, выращиваемых на мясо	а) В помещениях для птиц — грунтовые б) В вентиляционных и кормоприготовительной — бетонные в) В служебном помещении — дощатые по лагам, втопленным в бетонную подготовку

Продолжение табл. 6

Наименование животноводческих зданий	Рекомендуемые виды полов
Овчарни	а) В помещениях для овец — грунтовые б) В пункте искусственного осеменения — дощатые по втопленным в грунт лагам

вотноводческих помещений должны быть беспустотными (без подполья).

4.71. При выборе типов полов в животноводческих зданиях следует руководствоваться табл. 6.

4.72 (СНиП II-В.6-62, п. 3.15). Уровень полов на грунте в производственных и сельскохозяйственных зданиях следует назначать выше уровня прилегающей территории не менее чем на 150 *мм*. При наличии высокого уровня грунтовых вод, при котором подстилающий слой (подготовка под полы) оказывается в пределах высоты их капиллярного поднятия, уровень пола допускается повышать, но не более чем на 500 *мм* выше уровня спланированной поверхности земли, прилегающей к зданию.

Примечание. Указания п. 3.15 не относятся к заглубленным и полузаглубленным зданиям или помещениям.

4.73. Уровень пола и толщина его конструкций во всех помещениях, расположенных на перекрытиях одного этажа жилых и общественных зданий, должны быть одинаковыми, за исключением санузлов и других мокрых помещений, уровень пола которых должен быть ниже уровня пола смежных сухих помещений на 20—30 *мм*. Допускается заменять углубление пола санузлов жилых зданий устройством бетонного бортика.

4.74. В помещениях с интенсивным попаданием на пол жидкостей (в душевых, банях, мокрых цехах и др.) полы следует проектировать с уклоном 1—3% к лоткам и трапам сточной канализации. Уклоны полов, устраиваемых на грунте, создают соответствующей планировкой грунта основания, а устраиваемых на перекрытиях — за счет стяжки переменной толщины. Сточные лотки и трапы следует располагать в стороне от проходов.

В конструкции полов мокрых помещений следует применять гидроизоляционный слой, который выполняется

без разрывов в сточных лотках, каналах и заводится на примыкающие стены и перегородки в соответствии с п. 4.39 настоящего Пособия.

4.75 (СНиП II-В.6-62, п. 3.16). Полы, устраиваемые на грунте, при расположении их ниже наивысшего уровня капиллярного поднятия грунтовых вод должны быть водонепроницаемыми, а в случае насыщения грунтов вредными газами — газонепроницаемыми.

В этом случае в конструкции пола следует предусматривать гидроизоляционный слой, располагаемый под подстилающим слоем.

При наличии в конструкции пола гидроизоляционного слоя от эксплуатационных жидкостей гидроизоляционный слой от капиллярного поднятия грунтовых вод не применяют.

Высоту опасного капиллярного поднятия грунтовых вод принимают для:

Крупного песка	0,3 *м*
Песка средней крупности и мелкого	0,8 »
» пылеватого и супеси	1,3 »
Суглинка, пылеватого суглинка и супеси, глинистого грунта	2 »

4.76. Полы следует устраивать на основаниях из грунтов, исключающих возможность общих и местных деформаций пола.

При наличии в основаниях под полы грунтов, подверженных значительной или неравномерной осадке (подсыпки, обратные засыпки, с нарушенной структурой и др.), следует предусматривать меры по укреплению этих грунтов (поверхностное или послойное уплотнение, глубинное уплотнение песчаными сваями и др.).

Растительный грунт в основания под полы не допускается.

4.77. При наличии переувлажненных пучинистых грунтов в зоне промерзания основания пола неотапливаемых помещений с длительной отрицательной температурой воздуха при эксплуатации следует предусмотреть одно из следующих мероприятий:

а) понижение уровня грунтовых вод ниже глубины промерзания не менее чем на 0,8 *м*;

б) уменьшение глубины промерзания путем устройства по нему теплоизоляционного слоя толщиной 0,15—0,3 *м* из неорганических влагостойких материалов (каменноугольный шлак и т. д.);

в) замену пучинистого грунта (например, при обратных засыпках) в зоне промерзания непучинистым грунтом (песчаным и др.).

Примечание. При отсутствии соответствующих данных о грунтах основания пучинистыми ориентировочно считают грунты с влажностью не более 20% (по весу), содержащие глинистых частиц мельче 0,005 *мм* свыше 15% или глинистых частиц мельче 0,075 *мм* свыше 50%.

4.78. Для покрытий полов не должны применяться материалы, недостаточно стойкие к внешним механическим, температурным и физико-химическим воздействиям. Например: а) битумные вяжущие материалы — при возможности нагрева поверхности пола до температуры выше +45° С, а также при воздействии на пол бензина, машинного масла и других веществ, растворяющих эти вяжущие;

б) все виды цемента, кроме специальных жаростойких, — при возможности нагрева поверхности пола до температуры свыше +100° С;

в) древесина, синтетические рулонные и плиточные материалы — при возможности нагрева поверхности пола до температуры выше +50° С;

г) ксилолит — при регулярном воздействии на пол воды, агрессивных растворов и других жидкостей.

4.79 (СНиП II-В.6-62, п. 3.18). В полах на грунте по бетонному подстилающему слою, устраиваемых в помещениях с длительной отрицательной температурой в зимний период, следует предусматривать деформационные швы в обоих направлениях. Деформационные швы в полах по перекрытиям следует предусматривать только в местах расположения деформационных швов здания. В полах с уклонами деформационные швы должны совпадать с водоразделами этих полов.

Деформационные швы рекомендуется располагать на расстоянии 6—8 *м* друг от друга.

4.80. Конструкции и материалы покрытий полов должны обеспечивать восприятие нагрузок от оборудования, транспорта, выпускаемых и обрабатываемых изделий и т. д. Полы должны быть прочными и незыбкими.

В жилых, общественных и административных зданиях при отсутствии специальных требований, конструкции и материалы покрытия полов в соответствии с главой СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» должны быть рассчитаны или испытаны на

продавливание длительно действующими сосредоточенными нагрузками 180 *кг*, приложенными к штампам 3×3 *см* в наиболее невыгодных для конструкции местах. Расположение сосредоточенных нагрузок принимается на основании соответствующих указаний по проектированию конструкций данного типа.

4.81. Толщина подстилающих слоев в производственных зданиях должна назначаться по расчету в зависимости от воздействующих на пол нагрузок в эксплуатационный и строительные периоды, характеристик материала подстилающего слоя и грунта основания, а также от конструктивного решения пола.

Толщина подстилающих слоев должна приниматься не менее:

Песчаного	60 *мм*
Шлакового, гравийного, щебеночного	80 »
Бетонного	100 »

Для бетонного подстилающего слоя рекомендуется применять бетон не ниже марки 300.

При небольших нагрузках на пол толщина подстилающего слоя назначается 100 *мм*, а марка бетона определяется расчетом на продавливание, но не менее марки 100.

При одиночных сосредоточенных нагрузках на пол с нежестким подстилающим слоем менее 500 *кг* и с бетонным подстилающим слоем менее 1000 *кг* толщину этих слоев принимают без расчета наименьшей допустимой. Для бетонного подстилающего слоя в этом случае применяют бетон марки 100.

Бетонный подстилающий слой в полах на грунте при нормативных равномерно распределенных нагрузках на пол не более 600 *кг/м*^{2} и сосредоточенных не более 200 *кг* должен выполняться толщиной 80 *мм* из бетона марки 100.

4.82. Деформативность материалов покрытия пола, применяемых в жилых и общественных зданиях, характеризуется величиной остаточной деформации от длительного действия сосредоточенной нагрузки 180 *кг*, приложенной к штампу размерами 3×3 *см*.

Величина остаточной деформации не должна превышать 0,5 *мм* и не должна быть более 20% толщины материала покрытия пола.

Испытание образцов материала покрытия пола на деформативность производится при температуре окру-

жающей среды 18—20° С и влажности 50—70%. Образец выдерживается под нагрузкой и после нагрузки до затухания перемещений, т. е. до того времени, когда среднее перемещение штампа за сутки не превышает 0,005 *мм*.

Ускоренные испытания материалов покрытия пола на дефоромативность производятся в соответствии с ТУ на данные материалы.

ГЛАВА 5

ПОКРЫТИЯ, ЧЕРДАЧНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ И КРЫШИ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

5.1. Настоящая глава распространяется на проектирование покрытий, чердачных перекрытий и крыш зданий.

При проектировании покрытий, чердачного перекрытия и крыши следует учитывать основные рекомендации, изложенные в главе 1 настоящего Пособия, и требования СН 51-64 «Указания по проектированию бесчердачных крыш жилых и общественных зданий».

Примечание. Покрытием называется конструктивная часть здания, ограждающая непосредственно помещения сверху от наружной среды и не имеющая проходного чердака.

К чердачному перекрытию относятся перекрытия, разделяющие объем помещения от объема чердака.

Крышей называется конструктивная часть здания, ограждающая сверху объем чердака от наружной среды.

Кровлей называется гидроизолирующий слой покрытия или крыши.

5.2. Над зданиями, как правило, рекомендуется проектировать покрытия. Наряду с этим применяются чердачные решения, которые могут быть использованы для технических целей, борьбы с перегревом зданий, в качестве складских помещений и др.

5.3. Покрытия выполняют функции несущих и ограждающих конструкций верхнего этажа зданий; нижняя поверхность покрытия является потолком помещений верхнего этажа.

5.4. При проектировании несущих элементов покрытий, крыш и чердачных перекрытий расчеты прочности и устойчивости следует вести в соответствии с указаниями п. 1.6 главы 7.

ПОКРЫТИЯ

5.5 (СНиП II-В.6-62, п. 4.2). Конструкции бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) рекомендуется проектировать с применением крупноразмерных элементов — панелей, изготовляемых на заводе, с наклейкой одного слоя гидроизоляционного ковра.

5.6. По способам изготовления и по конструктивным признакам покрытия разделяются на:

1) покрытия из крупных панелей заводского изготовления, монтируемые за один раз: а) однослойные из легких и ячеистых бетонов: керамзитобетон, пенобетон, газобетон, газосиликат и др.; б) коробчатого сечения с заполнением полости теплоизолирующим материалом; в) с двумя железобетонными плитами, в промежуток между которыми заложен утеплитель (рис. 24);

2) покрытия из крупных панелей заводского изготовления, монтируемые за два раза (рис. 25);

3) покрытия, устраиваемые на месте строительства с расположением утеплителя поверх несущих плит с обязательным устройством стяжки.

5.7. Конструкция покрытия может состоять из следующих элементов (слоев), считая от нижней поверхности:

а) несущая конструкция;

б) пароизолирующий слой, затрудняющий проникание водяного пара из помещений в толщу покрытия;

в) теплоизолирующий слой, обеспечивающий требуемое сопротивление теплопередаче;

г) вентилирующая прослойка, служащая для удаления влаги из конструкции покрытия или для его охлаждения, для осушения могут устраиваться также только отдельные каналы;

д) основание под гидроизоляцию (стяжки или кровельные железобетонные плиты при щелевых сплошных вентилирующих прослойках);

е) гидроизоляция (кровля), обеспечивающая водонепроницаемость покрытия;

ж) верхний защитный слой, предохраняющий гидроизоляцию от механических и атмосферных воздействий, а также от перегрева солнечной радиацией.

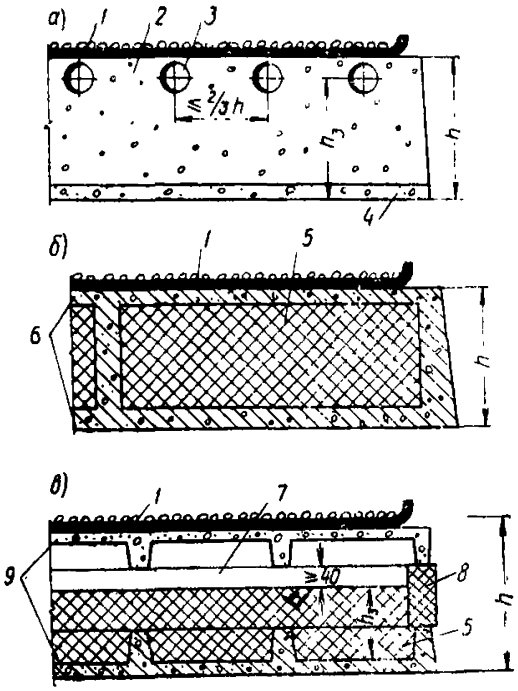


Рис. 24. Покрытия из крупных панелей, монтируемые за один раз

а — однослойные из легкого бетона; *б* — из панелей коробчатого сечения; *в* — с двумя железобетонными прокатными панелями; *1* — кровельный ковер; *2* — легкий бетон; *3* — вентиляционный канал; *4* — слой плотного бетона; *5* — утеплитель; *6* — железобетонные слои панели; *7* — воздушная прослойка; *8* — прокладка; *9* — прокатные панели (*h* — полная высота конструкции; h_3 — высота, вводимая в расчет на термическое сопротивление)

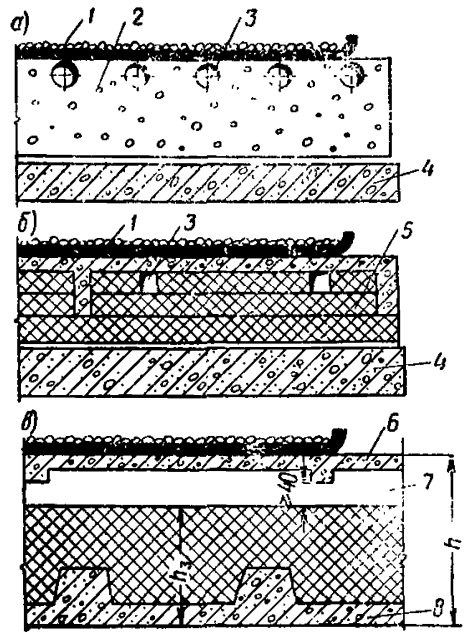


Рис. 25. Покрытия из крупных панелей, монтируемые за два раза

а — утепляющая панель, укладываемая на несущую; *б* — пакет теплоизоляции, заключенный в железобетонную обойму и укладываемый на несущую плиту; *в* — нижняя несущая плита, утепленная легким бетоном, и отдельно монтируемая верхняя железобетонная панель: *1* — кровельный ковер; *2* — легкий бетон; *3* — вентиляционные каналы; *4* — несущая железобетонная плита; *5* — жесткий утеплитель; *6* — железобетонная плита; *7* — воздушная прослойка; *8* — несущая железобетонная плита с утеплителем; (*h* — полная высота конструкции; h_3 — высота, вводимая в расчет на термическое сопротивление)

Примечания: 1. В конструкциях покрытий могут отсутствовать один или несколько из перечисленных выше слоев или слои могут совмещаться, например панели из армированных легких бетонов одновременно являются несущими и теплоизолирующими.

2. Утепляющий слой может располагаться сверху или в средней части толщины покрытия.

5.8. Выбор типа покрытия должен производиться на основании технико-экономических сопоставлений различных вариантов конструктивных решений с учетом:

а) климатических характеристик района строительства;

б) характеристики здания (назначение, высота, температурно-влажностный режим и т. д.);

в) технических возможностей получения, изготовления и монтажа элементов покрытий;

г) наличия местных утепляющих материалов и данных об их влажности;

д) общих вопросов планировки и благоустройства территории (наличие ливневой канализации, расположение зданий в квартале застройки и др.).

5.9. Покрытия должны обладать необходимой водонепроницаемостью, паронепроницаемостью, долговечностью и огнестойкостью и удовлетворять общим эксплуатационным, теплотехническим и санитарно-гигиеническим требованиям, изложенным в главе 1 настоящего Пособия.

Долговечность несущих конструкций покрытий должна соответствовать долговечности стен и перекрытий здания.

Крайние элементы несущих конструкций покрытий в крупнопанельных зданиях должны опираться на торцовые стены и быть в них заанкерены.

5.10 (СНиП II-В.6-62, п. 4.6). В помещениях с интенсивным выделением лучистого тепла, где температура нижней поверхности покрытия постоянно или периодически превышает $+100°$ С, при проектировании следует учитывать изменение прочностных характеристик бетона от нагрева либо в необходимых случаях предусматривать выполнение соответствующих участков несущей части покрытия из жаростойких бетонов, а также предусматривать защитные меры (усиление теплоизоляции, вентилируемые продухи и др.) против разрушения гидроизоляционного кровельного ковра вследствие плавления приклеивающей мастики.

При применении обычных бетонов должны быть предусмотрены специальные меры защиты их от воздействия высоких температур.

5.11. Железобетонные совмещенные покрытия промышленных зданий проектируются с применением следующих конструкций:

а) крупнопанельных железобетонных плит размером 3×6; $1{,}5\times6$; 3×12; $1{,}5\times12$ *м* (по сериям ПК-01-74/62, ПК-01-99/67, ПК-01-100/62, ПК-01-Ш);

б) крупнопанельных плит из автоклавного ячеистого бетона размером 1,5×6 *м* (по серии ПК-01-92).

Плиты из автоклавных ячеистых бетонов допускается применять над помещениями с влажностью воздуха не более 60%.

5.12. Расчетные прогибы несущих конструкций покрытий при длительном действии нагрузки должны быть не более указанных в табл. 7.

Таблица 7

Расчетные прогибы несущих конструкций покрытий при длительном действии нагрузки

Пролеты покрытий в *м*	Величина прогибов при уклонах в %		
	менее 1	от 1 до 2,5	более 2,5
До 7	$^1/_{500}$	$^1/_{350}$	$^1/_{200}$
Более 7	$^1/_{750}$	$^1/_{500}$	$^1/_{300}$

5.13. Необходимо обеспечивать равенство прогибов соседних панелей соединением их бетонными шпонками или сваркой выпусков арматуры.

5.14 (СНиП II-В.6-62, п. 4.7). В бесчердачных покрытиях, используемых в качестве плоских крыш-террас, следует предусматривать жесткое конструктивное основание под гидроизоляционным кровельным ковром с теплоизоляцией из влагостойких и биостойких материалов и изделий, не дающих просадки под действием нагрузки, гидроизоляционный кровельный ковер должен быть защищен от механических повреждений бетонными, керамическими или другими плитами, обладающими необходимой морозостойкостью.

5.15 (СНиП II-В.6-62*, п. 4.11) [1]. Требуемые сопротивления теплопередаче, воздухо- и паропроницанию бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) и чердачных перекрытий, установленные нормами главы СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» (издания 1964 г.) с учетом требований примечания 4 к п. 3.7, должны быть обеспечены на всей площади покрытия или перекрытия, включая места стыков сборных элементов, и на участках, примыкающих к карнизам, наружным стенам, вертикальным каналам и надстройкам.

[1] См. «Бюллетень строительной техники» № 10, 1965, стр. 12.

Величина сопротивления теплопередаче слоистых панелей бесчердачных покрытий крупнопанельных жилых домов должна быть не менее 1,1 $R_o^{тр}$.

5.16. Теплоизоляционные материалы для покрытий могут быть: жесткие — в виде плит и блоков, гибкие — в виде мягких рулонов и матов и рыхлые, применяемые в качестве засыпок. Расчетные показатели теплотехнических свойств применяемых теплоизоляционных материалов приведены в табл. 1 СНиП II-А.7-62.

Требования к теплоизоляционным материалам приведены в СНиП I-В.26-62.

5.17. При выборе теплоизоляционных материалов необходимо учитывать их прочностные и деформационные свойства под действием эксплуатационных нагрузок. Гибкие теплоизоляционные материалы, находящиеся под нагрузкой вышележащих слоев и снега, следует защищать от обжатия специальными конструктивными мероприятиями. Использовать для теплоизоляции засыпку рыхлыми материалами и укладку гибких материалов допускается только при отсутствии жестких утеплителей. В случае устройства стяжек по плитному теплоизоляционному материалу его предел прочности при сжатии должен быть не меньше 2 *кг/см*^{2}.

Гибкие и рыхлые теплоизоляционные материалы в вентилируемых покрытиях должны быть защищены от инфильтрации холодного воздуха путем устройства смазки глиняным или известково-глиняным раствором.

5.18 (СНиП II-В.6-62, п. 4.8). Совмещенные крыши с применением древесины, фибролита, арболита, древесноволокнистых плит и т. п. в тех случаях, когда такие материалы допускаются согласно указаниям главы СНиП II-А.5-62 «Противопожарные требования. Основные положения проектирования», разрешается применять:

а) при отсутствии в помещении источников лучистого тепла, вызывающих нагрев внутренних поверхностей элементов покрытия выше +70° С или при температуре воздуха в верхней зоне помещений не выше +50° С;

б) при относительной влажности внутреннего воздуха не более 70%;

в) в открытых конструкциях, когда обеспечиваются проветривание и высыхание их;

г) в сельскохозяйственных зданиях IV класса, в районах, где лес является местным строительным матери-

алом, а также в зданиях IV класса другого назначения при условии обеспечения проветривания и высыхания конструкций.

5.19 (СНиП II-В.6-62, п. 4.3). Бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) могут устраиваться невентилируемыми и вентилируемыми. Невентилируемые покрытия надлежит предусматривать в случаях, когда в конструкции покрытия путем применения пароизоляции или других мероприятий исключается недопустимое влагонакопление в холодный период года. Вентилируемые покрытия надлежит предусматривать в тех случаях, когда конструктивные меры не обеспечивают нормального влажностного состояния конструкций.

В жилых и общественных зданиях рекомендуется преимущественное применение вентилируемых совмещенных крыш.

Пароизоляцию для защиты от проникания водяных паров в толщу невентилируемых покрытий следует предусматривать в соответствии с требованиями главы СНиП II-А.7-62.

См. также главу 13 настоящего Пособия.

5.20. Первоначальная (построечная) влажность материалов невентилируемых покрытий не должна превышать нормативную по главе СНиП II-А.7-62. Покрытия построечного изготовления в I, II и III строительно-климатических зонах следует делать только с осушающей вентиляцией.

Индустриальные крупнопанельные покрытия, как правило, должны быть снабжены осушающей вентиляцией.

5.21 (СНиП II-В.6-62, п. 4.5). Устройство невентилируемых воздушных прослоек в бесчердачных покрытиях над отапливаемыми помещениями с влажным и мокрым режимом (см. п. 1.12 настоящих норм)[1] запрещается.

5.22. Необходимость устройства пароизоляции покрытий определяется расчетом (см. главу 13).

Если влажность материалов покрытия при сдаче их в эксплуатацию не превышает пределов, указанных в главе СНиП II-А.7-62, то во избежание накапливания влаги, поступающей в покрытие из помещений, их следует защищать пароизоляционным слоем; при более высокой начальной влажности конструкции надо обес-

[1] Или п. 1.27 настоящего Пособия.

печивать возможность быстрейшего высыхания покрытия путем устройства вентиляции.

Для пароизоляции применяются материалы, указанные в главе СНиП I-В.25-62.

5.23. Осушающие воздушные прослойки и каналы, вентилируемые наружным воздухом, следует располагать над теплоизоляцией или в верхней зоне последней. Минимальный размер поперечных сечений осушающих щелей и каналов не должен быть меньше 40 *мм*, расстояния между каналами назначаются в зависимости от паропроницаемости утепляющих материалов, но не более 50 *см*.

Приточные отверстия следует устраивать в карнизной части, а вытяжные — с противоположной стороны здания или в коньке. Все вентиляционные отверстия рекомендуется закрывать сетками, препятствующими прониканию птиц. Суммарное сечение как приточных, так и вытяжных отверстий осушающей вентиляции рекомендуется назначать в пределах 0,002—0,001 от горизонтальной проекции покрытия.

Отверстия в коньке целесообразно устраивать в виде непрерывной щели, а в карнизах отверстия следует располагать возможно чаще. Пример расположения вентиляционных каналов в совмещенном покрытии жилых зданий показан на рис. 26.

Для устройства осушающей вентиляции покрытий над более широкими зданиями требуется составление специальных проектов.

Тонкие железобетонные плиты, используемые для устройства щелевой вентиляции и служащие основанием под гидроизоляционный ковер, должны быть рассчитаны на действие нагрузки 100 *кг*, сосредоточенной на площади 7×7 *см*.

5.24. В расчетах теплоизолирующей способности покрытий с осушающей вентиляцией при щелевых воздушных прослойках толща покрытия принимается от нижней его поверхности до нижней границы воздушной прослойки, а при вентиляции каналами рекомендуется учитывать толщину покрытия от его нижней поверхности до центров каналов.

5.25 (СНиП II-В.6-62, п. 4.4). В южных районах с летней температурой наружного воздуха (средней температурой в 13 *ч* самого жаркого месяца) 25° С и выше в зданиях, для которых согласно указаниям гла-

вы СНиП II-А.7-62 требуется расчет теплоустойчивости бесчердачных покрытий в отношении воздействия солнечной радиации, рекомендуется устройство покрытий, вентилируемых наружным воздухом, а для плоских без фонарей покрытий зданий промышленных предприятий — применение так называемых водонаполненных кровель.

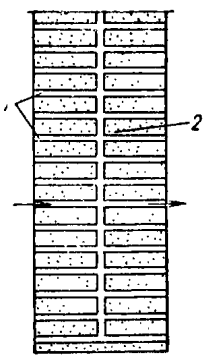


Рис. 26. Схемы устройства осушающих вентиляционных поперечных каналов

1 — поперечный вентиляционный канал; *2* — продольный объединяющий канал

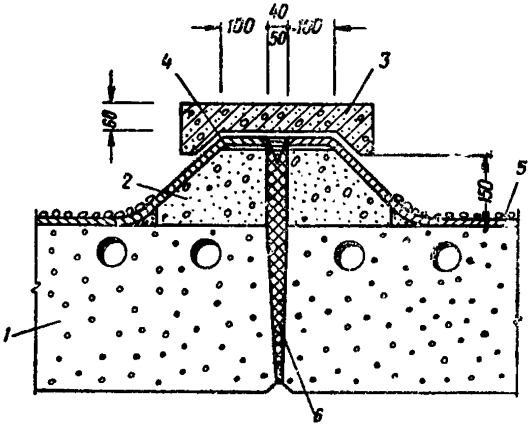


Рис. 27. Схема устройства температурно-осадочного шва

1 — панель покрытия; *2* — сборные детали из легкого бетона; *3* — железобетонная плита; *4* — металлический компенсатор; *5* — кровельный ковер; *6* — упругая прокладка (стекловата или минеральная вата, поролон и др.)

Примечание. В условиях, указанных в п. 4.4, рулонные кровли рекомендуется покрывать мелким гравием светлых тонов слоем толщиной не менее 10 *мм*. В этом случае кровли должны предусматриваться с минимально допустимым уклоном (см. табл. 1 СНиП II-В.6-62).

5.26. В покрытиях, служащих защитой от солнечной радиации, высота вентилируемой полости (щели) принимается не менее 20 *см* (последний размер уточняется расчетом). При этом обязательно устройство приточных отверстий суммарной площадью поперечных сечений, приближающейся к площади сечения вентилируемой полости.

5.27. В водонаполненных покрытиях слой воды принимается толщиной 8—10 *см*. Защита покрытия от солнечного перегрева может быть запроектирована с учетом также нижеследующих мероприятий:

а) при возможности расходовать большее количество воды допустима организация автоматически действующего обрызгивания кровельного ковра водой;

б) использование материалов с большой отражательной способностью путем:

устройства по кровельному ковру защитного слоя из гравия светлых тонов или покрытия ковра алюминиевой краской;

облицовки поверхностей вентилируемых или невентилируемых воздушных прослоек алюминиевой фольгой;

в) укладка поверх кровельного ковра слоя теплоемкого материала достаточной толщины в соответствии с расчетом по разделу 4 главы СНиП II-А.7-62;

г) прокладка в нижнем слое покрытия трубчатых регистров, охлаждаемых циркуляцией холодной воды.

5.28. В покрытиях основанием под гидроизоляционный ковер могут приниматься:

а) поверхности железобетонных или легкобетонных панелей, не требующие выравнивания перед устройством кровельного ковра;

б) монолитная стяжка толщиной 20—30 *мм* из цементного песчаного раствора марки 50—100; стяжку рекомендуется армировать сеткой из проволоки диаметром 3 *мм* с ячейками 200×200 *мм*; основание, выполненное в виде монолитной стяжки из цементно-песчаного раствора, следует покрывать грунтовкой, битумной или дегтевой, в зависимости от вида материала гидроизоляционного ковра;

в) асфальтобетонная стяжка толщиной 25 *мм*, прочностью не ниже 8 *кг/см*^{2} при температуре +50° С.

Асфальтобетонные стяжки выполняются при устройстве гидроизоляционного ковра преимущественно в осенне-зимний период; для предотвращения образования трещин их следует разрезать на квадратные участки со стороной 4 *м*, швами шириной 10 *мм*, заполняемыми резино-битумной мастикой изол.

Устройство асфальтобетонной стяжки по рыхлым утеплителям запрещается.

Устройство асфальтобетонной стяжки в невентилируемых покрытиях над помещениями с влажным и мокрым режимом не рекомендуется.

5.29. Температурно-осадочные швы здания должны проходить через все слои покрытия. Водонепроницае-

мость покрытия при этом достигается устройством бортиков, оклеенных гидроизоляционным ковром и защищенных железобетонной плиткой или металлическим колпаком. Пример такого решения показан на рис. 27. Расстояние между температурно-осадочными швами принимается по действующим нормам проектирования зданий (СНиП II-В.1-62 и СНиП II-В.2-62).

5.30 (СНиП II-В.6-62, п. 4.2). Стыки между панелями во избежание разрывов кровельного гидроизоляционного ковра должны быть тщательно заполнены раствором или бетоном на мелком гравии, в случаях, когда это невозможно, надлежит предусматривать устройство компенсаторов.

Примечание. Для повышения эксплуатационной надежности кровель рекомендуется уменьшить количество мест с конструкциями, пропускаемыми через кровлю (трубы, шахты и т. п.), объединяя их в необходимых случаях в отдельные секции или блоки.

5.31. Ширину шва в стыках между панелями принимают 10 *мм* у нижней поверхности покрытия и 40—50 *мм* у верхней. Заполнение швов должно обеспечивать пароизоляцию снизу, а также теплоизоляцию и жесткость основания под гидроизоляционный ковер.

Заделку швов рекомендуется осуществлять одним из следующих способов: а) цементно-песчаным раствором заполняют нижнюю часть шва на высоту не менее 40 *мм* и пазы соединительных шпонок. Выше располагают теплоизоляцию. При малой жесткости последней верхнюю часть шва на глубину 30 *мм* заполняют цементно-песчаным раствором;

б) весь шов заполняют легким бетоном.

Марки указанных раствора и бетона должны соответствовать указаниям п. 2.5 СНиП II-В.1-62.

Шов со стороны нижней поверхности покрытия подлежит пароизоляции. Пример решения швов между панелями показан на рис. 28.

Для теплоизоляции рекомендуется применять вкладыши из пенополистирола, возможна также засыпка рыхлыми сухими материалами с уплотнением.

Для гидро-пароизолирующих прокладок могут быть рекомендованы пороизол в виде полос или жгутов, материалы на основе пенополиуретана и т. д. Эти материалы вводят в швы в обжатом на 40—60% состоянии и ставят на приклеивающей мастике.

Физико-механические свойства пороизола и приклеивающей мастики должны удовлетворять требованиям главы СНиП I-В.25-62.

5.32. С целью избежания разрывов гидроизоляционного ковра над швами между панелями при расстоянии между швами более 1,5 *м* гидроизоляционный ковер над швом в полосе шириной 200—250 *мм* оставляется

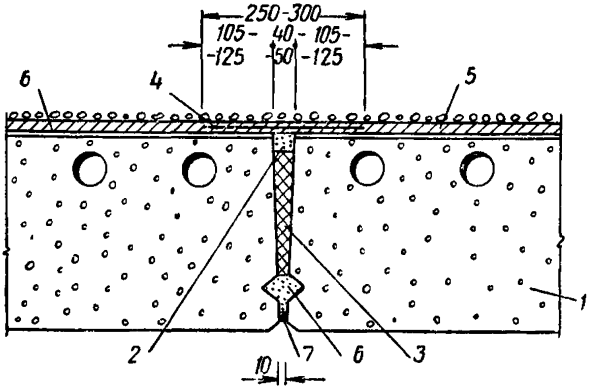


Рис. 28. Пример решения стыка панелей

1 — панель покрытия; *2* — заделка раствором или герметиком; *3* — теплоизоляция; *4* — полоса рулонного материала, приклеенная к одной из панелей; *5* — кровельный ковер; *6* — цементный раствор; *7* — прокраска паронепроницаемым полимерным составом

неприклеенным. Полосы из рулонного материала шириной 250—300 *мм* закрепляются вдоль шва только с одной стороны на ширине 50 *мм* (рис. 28).

5.33. Наклонную поверхность в местах примыкания гидроизоляции ковра к вертикальным плоскостям, пересекающим покрытие, рекомендуется делать с уклоном 1 : 1 и из сборных элементов или монолитной стяжки. Край ковра прикрывают защитным фартуком из кровельной оцинкованной стали, алюминия или специальных пластмасс (рис. 29).

Фартук заделывают в предусмотренный для этой цели паз. Примыкание к вентиляционным панелям шахт и к будкам выхода на покрытие рекомендуется выполнять с помощью специального сборного элемента, имеющего наклонную боковую поверхность (рис. 30).

5.34. Примыкание гидроизоляционного ковра к отдельно стоящим вытяжным канализационным трубам и

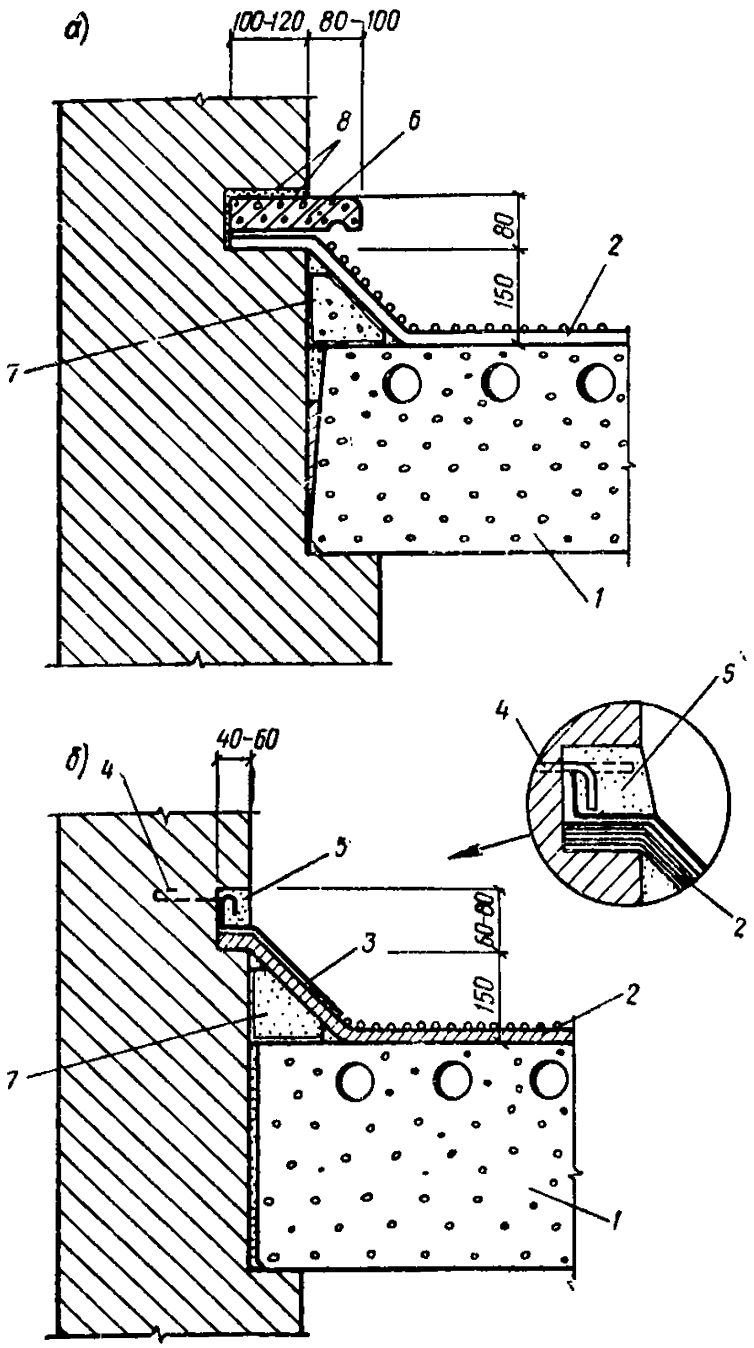


Рис. 29. Примыкания гидроизоляционного ковра к вертикальным стенам

а — с использованием бетонных плиток; *б* — с использованием раствора или мастики; *1* — панели покрытия; *2* — кровельный ковер; *3* — металлический фартук; *4* — анкер; *5* — мастика или раствор; *6* — железобетонная плита; *7* — сборная деталь из легкого бетона с наклонным бортом; *8* — мастика

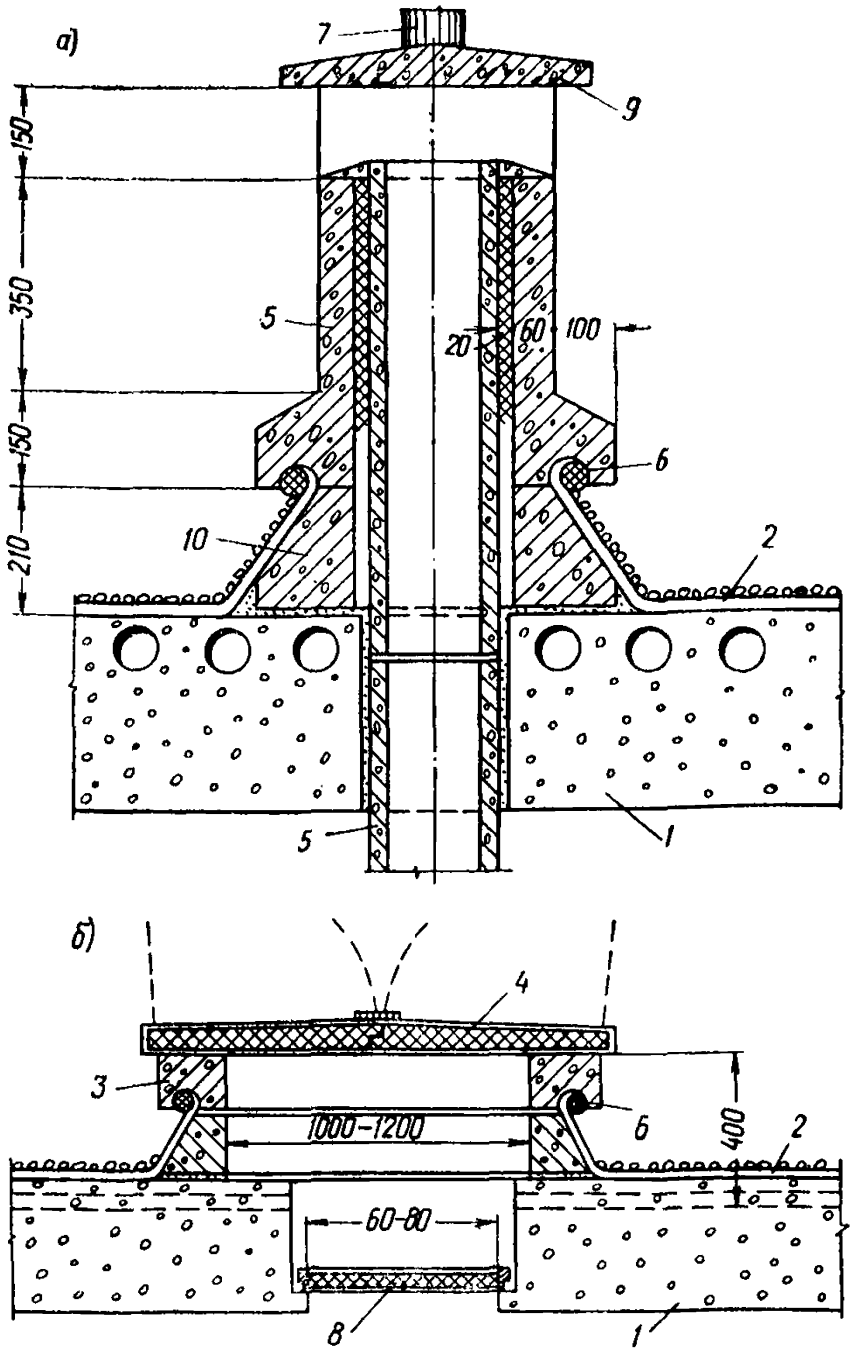


Рис. 30. Узлы примыкания покрытия в местах выхода шахт и люков

а — примыкание к вентиляционной шахте; *б* — примыкание к люку выхода; *1* — панель покрытия; *2* — кровельный ковер; *3* — стенка люка; *4* — крышка; *5* — вентиляционный блок; *6* — заделка края ковра шнуром из герметика; *7* — стойка для антенны радио или телевизора; *8* — нижняя крышка люка; *9* — верхний элемент вентиляционной объемной шахты; *10* — нижний элемент вентиляционной объемной шахты

стоякам рекомендуется осуществлять, как показано на рис. 31. Верхний край ковра, поднятый по наклонной поверхности, прикрывают металлическим фартуком, прикрепляемым к трубе стяжным хомутом.

При внутреннем водостоке край ковра по периметру здания прижимают рядом бортовых Г-образных железобетонных элементов, взаимно жестко соединенных в сплошной борт (рис. 32).

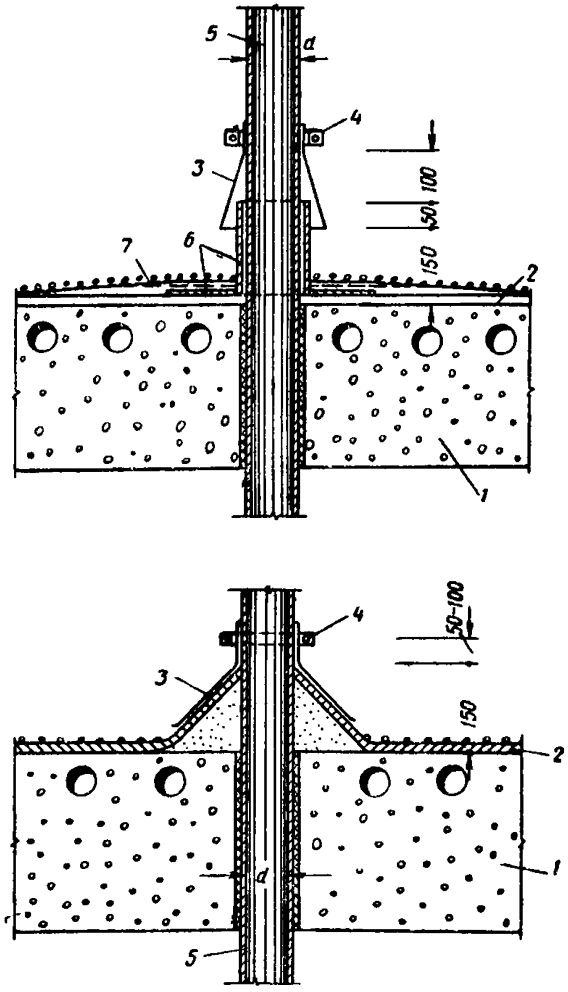


Рис. 31. Примыкание гидроизоляционного ковра к отдельно стоящим трубам

1 — панель покрытия; *2* — кровельный ковер; *3* — конический фартук из оцинкованной стали; *4* — стяжной хомут; *5* — стояк; *6* — стальная гильза; *7* — дополнительные слои кровельного ковра

5.35. При наружном водостоке карнизы рекомендуется устраивать путем консольного выпуска железобетонных плит или панелей покрытия.

Край рулонного кровельного ковра при наружном отводе воды не доводят до свеса карниза и зажимают его отгибом гребня металлического листа (рис. 32).

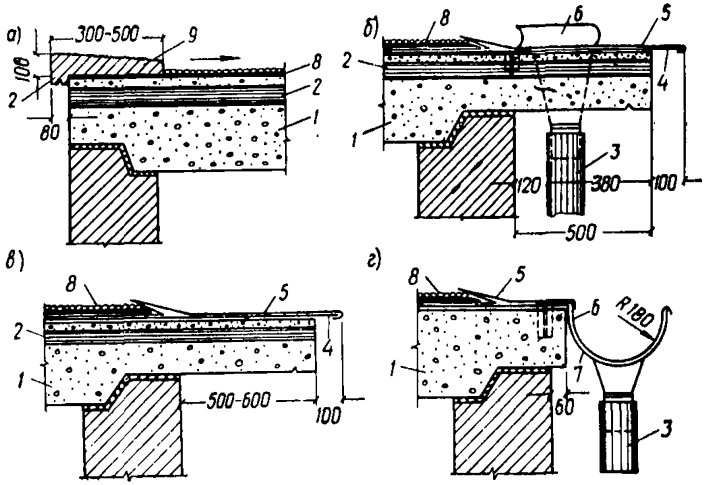


Рис. 32. Решение карнизов

а — при внутреннем водостоке; *б* — при наружном водостоке с отводом воды по скату и устройством отверстия в консольном выносе панели; *г* — с подвесным желобом; *в* — при неорганизованном водоотводе
1 — панель покрытия; *2* — вентиляционный канал; *3* — водосточная труба; *4* — костыль; *5* — металлический слив; *6* — желоб; *7* — крюк; *8* — кровельный ковер; *9* — бортовой камень

5.36. С целью обеспечения безопасности при производстве ремонтных работ и при уборке на покрытиях рекомендуется устраивать поручни из стальных труб или стержней, закрепленных к конструкциям будок, вентиляционным блокам и другим выступающим над кровлей частям здания.

Постоянные ограждения устраиваются лишь в следующих случаях: на эксплуатируемых крышах, на зданиях выше пяти этажей, а также в северных районах с влажным климатом. Ограждения следует конструировать обязательно решетчатыми с редко расположенными звеньями металлической решетки и с нижним поясом, приподнятым на 20—30 *см* над поверхностью кровли.

Крепление ограждений рекомендуется осуществлять приваркой стоек к закладным деталям панелей за пределами кровельного ковра или путем закрепления стоек ограждения в металлические стаканы, заделанные в карнизной плите.

Устройство торцовых парапетных стенок не рекомендуется.

5.37. Выводы канализационных стояков через покрытия рекомендуется объединять с вентиляционными шахтами. Вытяжные канализационные стояки, стойки телеантенн и опоры радио- и электросети на покрытиях целесообразно совмещать с вентиляционными шахтами (рис. 30).

Отдельная установка стоек радио- и электросетей, а также телевизионных антенн запрещается. Эти стойки следует прикреплять к выступающим над покрытием вентиляционным шахтам, будкам выхода на покрытие и т. д.

5.38 (СНиП II-М.2-62, п. 6.9). В производственных зданиях высотой два и более этажей с совмещенными покрытиями должны быть предусмотрены выходы на кровлю из лестничных клеток из расчета один выход на каждые полные или неполные 40 000 $м^2$ площади кровли.

В жилых зданиях высотой до 5 этажей и с площадью в плане до 1000 $м^2$ разрешается устраивать один выход на крышу с лестничной клетки.

Выходы на покрытия рекомендуется делать в виде огнестойкой надстройки. Допускается устройство упрощенных выходов в виде люков, высота стенок которых должна быть согласована с толщиной слоя снега.

В крупнопанельных домах выход на крышу рекомендуется выполнять в виде сборной железобетонной конструкции. Конструкция выхода на крышу устанавливается до наклейки гидроизоляционного ковра, ее стенки должны иметь по периметру паз для закрепления края рулонного ковра.

Подъем с площадки лестничной клетки верхнего этажа следует осуществлять с помощью лестницы, шарнирно откидывающейся к стене.

Выходы на эксплуатируемые крыши-террасы должны обеспечивать удобный подъем и быструю эвакуацию людей с покрытия. Отметка верхней площадки лестничной клетки должна быть выше отметки поверхности покрытия с целью защиты от дождевой и талой воды.

Выход должен быть снабжен прикрывающимися дверями с порогом.

5.39. Асбестоцементные совмещенные покрытия из панелей с теплоизоляционным слоем предназначаются для покрытия производственных и бытовых зданий, они требуют уклона не менее 5—7°.

Асбестоцементные совмещенные покрытия не рекомендуется применять над помещениями с относительной влажностью воздуха более 75%, а также в случаях, когда в процессе эксплуатации возможны динамические нагрузки.

Основные размеры совмещенных панелей с теплоизоляционным слоем указаны в табл. 2 главы СНиП I-Б.14-62.

Покрытия с кровлей из волнистых листов унифицированного профиля УВ применяются для сельских производственных зданий. Основные размеры листов указаны в табл. 1 главы СНиП I-В.14-62.

ЧЕРДАЧНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ

5.40 (СНиП II-В.6-62, п. 4.10). Чердачные перекрытия I степени долговечности следует утеплять неорганическими теплоизоляционными материалами; в чердачных перекрытиях II и III степеней долговечности допускается использовать также органические теплоизоляционные материалы при обязательной защите их от гниения, если применение этих материалов допускается главой СНиП II-А.5-62.

При применении утепления чердачных перекрытий сыпучих воздухопроницаемых теплоизоляционных материалов их следует покрывать сверху защитной коркой (смазкой).

Для смазки рекомендуется использовать глиняные или известково-песчаные растворы.

5.41. Крыши над чердачными перекрытиями могут устраиваться по наклонным стропилам или по фермам. Наклонные стропила, прогоны и фермы могут выполняться из дерева, железобетона или металла с учетом требований главы СНиП II-А.5-62 и требований норм проектирования, вытекающих из назначения зданий и сооружений: жилые и общественные здания и сооружения (раздел Л), промышленные здания и сооружения (раздел М) и сельскохозяйственные здания и сооружения (раздел Н).

5.42 (СНиП II-В.6-62, п. 4.9). Чердаки под кровлями по стропилам следует обеспечивать естественной вентиляцией преимущественно путем оставления отверстий под свесами и вытяжных устройств в верхней части кровли, допускается проветривание чердаков также через слуховые окна.

5.43. Площади поперечных сечений вентиляционных отверстий принимаются по п. 5.23.

Необходимость пароизоляции в чердачных перекрытиях проверяется в соответствии указаниям главы СНиП II-А.7-62, п. 7.5 и главы 13 настоящего Пособия.

КРОВЛИ И ВОДОСТОКИ

5.44 (СНиП II-В.6-62, п. 4.1). Уклоны крыш следует назначать в зависимости от вида кровли согласно указаниям, приведенным в табл. 8.

5.45. Для устройства гидроизоляционного ковра могут применяться рулонные материалы, указанные в СНиП I-В.25-62. Проектирование кровельного гидроизоляционного ковра должно осуществляться в соответствии с положениями СН 51—64.

Устройство гидроизоляционного ковра из рулонных материалов, укладка асбестоцементных волнистых листов обыкновенного профиля (ВО), усиленного профиля (ВУ) и унифицированного профиля (УВ), а также устройство кровель из штучных материалов регламентируется указаниями, приведенными в главе СНиП III-В.12-62.

5.46. Организованный отвод воды по внутренним водостокам с наружными выпусками следует считать основным решением, рекомендуемым при сооружении покрытий в I и II строительно-климатических зонах по главе СНиП II-Л.1-62.

Удаление воды при внутреннем отводе может производиться также в ливневую канализацию.

5.47. При проектировании внутренних водостоков следует руководствоваться «Указаниями по проектированию внутренних водостоков зданий» (СН 264-63) и главой СНиП II-М.2-62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».

5.48. Наиболее благоприятной зоной для расположения водоприемных устройств внутреннего водостока

Таблица 8 (СНиП II-В.6-62,* табл. 1)

Нормы уклонов крыш

№ п/п	Виды кровель	Уклоны крыш в %, не менее
1	Кровли из рулонных материалов (рубероида, толь-кожи, гидроизола и др.), наклеиваемых на горячих и холодных мастиках, двухслойные . . .	15
2	То же, трехслойные без защитного слоя гравия	10*
3	То же, трехслойные с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику	2,5
4	То же, четырехслойные и более слоев с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику	0
5	Лотки ендов рулонных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику . . .	0
6	Кровли из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного профиля	33
7	Кровля из волнистых асбестоцементных листов усиленного профиля	25
8	То же, с уплотнением швов в горизонтальных стыках	16
9	Кровля из асбестоцементных плиток и черепицы	50

Примечания: 1. Уклоны крыш, приведенные в табл. 8, соответствуют режиму атмосферных осадков зоны с умеренным климатом[1]. В других зонах допускаются уклоны крыш, отличные от значений, приведенных в табл. 8, при условии обоснования их опытом строительства и эксплуатации зданий в указанных зонах и с разрешения инстанции, утверждающей проект.

2. Максимальные уклоны основных скатов рулонных кровель не должны превышать 25%; превышения допускаются лишь в случаях необходимости на отдельных участках покрытия (например, на бортах фонарей, на поверхности оболочек и т. п.) при условии применения на этих участках тугоплавкой клеящей мастики. В местах примыканий кровельного ковра к вертикальным поверхностям следует предусматривать переходные участки с уклоном 100%.

3. Уклоны крыш с кровлями из асбестоцементных листов «каскадного» типа, а также из местных материалов (шифера, гонта, щепы и др.) следует назначать по указаниям соответствующих нормативных документов с учетом опыта строительства.

4. Кровли из рубероида на холодных мастиках не следует применять при уклонах более 10%.

5. Кровельную сталь допускается применять только для покрытия деталей крыш (карнизов, мест примыкания к стенам, разжелобков черепичных и асбестоцементных кровель и т. п.).

---

* Измененная редакция — см. «Бюллетень строительной техники» № 10, 1964.

[1] См. схематическую карту в главе СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования».

является средняя пониженная часть покрытия вдоль продольной оси здания (рис. 33).

Не допускается установка водосточных воронок и стояков в толще наружных стен вследствие возможности их промерзания.

5.49. Расстояние от воронок внутренних водостоков до стенок вентиляционных шахт, выходов на покрытие

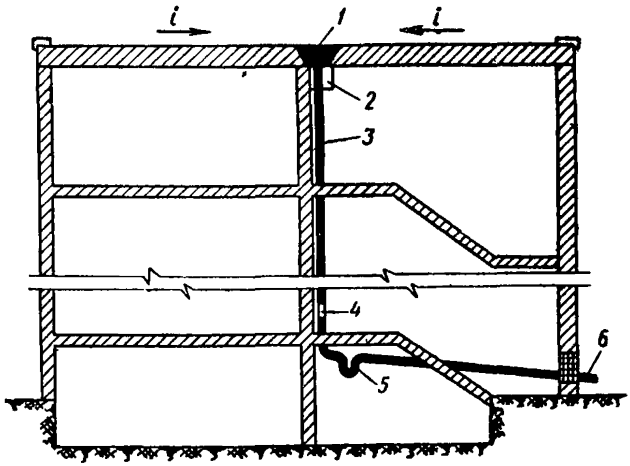


Рис. 33. Схема внутреннего водостока с наружным выпуском воды

1 — водоприемная воронка; *2* — обогреватель; *3* — водосточная труба; *4* — прочистка; *5* — гидравлический затвор; *6* — оголовок выпуска

и др. должно быть достаточным для устройства примыкания гидроизоляционного ковра, но не менее 1 *м*.

Рулонный гидроизоляционный ковер в местах примыкания водосточной воронки должен иметь снизу дополнительный слой из стеклоткани, пропитанной мастикой. Приклеивать указанный дополнительный слой желательно резино-битумной мастикой изол.

5.50. Сопряжение воронки со стояком должно быть расположено под покрытием. Желательно предусматривать устройство для подогрева этого сопряжения с целью повышения температуры воронки и исключения возможности выпадания конденсата на указанном сопряжении и на верхней части стояка.

5.51. При устройстве наружного выпуска в отсутствии тротуара у стены здания необходимо применять бетонные отводные лотки, расположенные против каждого выпуска. Длина лотка считая от наружной поверхности стены должна быть не менее 2,5 *м*, ширина 300—500 *мм* и уклон не менее 4%.

Оголовки открытых выпусков следует делать из чугунных или стальных труб.

5.52. Наружные организованные водостоки целесообразно применять в III и IV строительно-климатических зонах, где вероятность замерзания воды в трубах незначительна. При соответствующем обосновании организованные водостоки допускаются во II строительно-климатической зоне.

5.53. В зданиях высотой пять этажей и ниже, строящихся в районах с количеством осадков не более 300 *мм* в год, рекомендуется устройство наружного неорганизованного водоотвода. Устройство наружного неорганизованного водоотвода допускается при большем количестве осадков во II, III и IV строительно-климатических зонах для зданий высотой до шести этажей при внутриквартальной застройке.

Крыши из асбестоцементных листов усиленного и унифицированного профиля устраиваются, как правило, с неорганизованными водостоками.

Подвешиваемые желоба и водосточные трубы применяются лишь в случае угрозы намокания стен и размыва грунта на основе опыта эксплуатации.

5.54. При наружном отводе воды покрытиям целесообразно придавать односкатный профиль с удалением воды в сторону фасада, вдоль которого движение людей меньше.

5.55. При неорганизованном водоотводе рекомендуется:

а) не делать излома плоскости крыши у карниза в виде порога или более крутого ската прикарнизной части;

б) обеспечивать защиту балконов, входных дверей в здания и приямков подвальных этажей от атмосферных осадков, стекающих с крыши.

Балконные плиты следует проектировать с уклоном в сторону от здания.

Для зданий I класса следует проектировать организованный отвод воды от балконов.

5.56. Вынос карнизов при организованном наружном

водостоке должен быть не менее 40 *см*, при неорганизованном водоотводе — не менее 60 *см*.

5.57. При устройстве наружного отвода воды трубы верхней разводки центрального отопления рекомендуется прокладывать вдоль наружных стен под покрытием или чердачным перекрытием.

5.58. Наружные водостоки монтируются из желобов, водосточных труб и деталей к ним, для изготовления их применяются оцинкованная кровельная сталь или пластики. Наружные трубы и детали к ним должны иметь размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 7623—55*. «Трубы водосточные наружные. Детали».

5.59. Водосточные трубы следует навешивать на стену отвесно на относе и надежно прикреплять к стене металлическими элементами. Наружные водосточные трубы не рекомендуется устанавливать по углам здания, за исключением случаев устройства вальмовых крыш.

5.60. Водосборную площадь покрытий и крыш на одну наружную водосточную трубу и расстояния между трубами следует принимать по главе СНиП II-М.2-62, п. 5.50.

5.61. Выпуск (отмет) наружных водосточных труб должен быть выше плоскости тротуара или отмостки не менее чем на 200 *мм* и не ближе 200 *мм* от наружной поверхности стены.

5.62. При выборе способа водоотвода с крыш промышленных зданий следует дополнительно руководствоваться следующими указаниями.

(п. 5.45 СНиП II-М.2-62). В неотапливаемых зданиях с совмещенными покрытиями следует, как правило, проектировать свободный сброс воды с покрытий.

В неотапливаемых зданиях с совмещенными покрытиями внутренний отвод воды с покрытий допускается применять при наличии производственных тепловыделений, обеспечивающих положительную температуру в здании, или специального обогрева водосточных воронок и труб.

Внутренний отвод воды не рекомендуется устраивать в зданиях с несущими деревянными или металлодеревянными конструкциями покрытий.

В отапливаемых зданиях с совмещенными покрытиями следует проектировать, как правило, внутренний отвод воды с покрытий.

В зданиях шириной до 72 *м* и высотой до 10 *м* при соответствующих обоснованиях допускается проектировать наружный отвод воды.

ГЛАВА 6

ОКНА, СВЕТОВЫЕ ПРОЕМЫ И ДРУГИЕ ВИДЫ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

6.1. Выбор того или иного вида светопрозрачных ограждений зависит от характера и назначения помещений, несущих конструкций зданий, климатических особенностей района строительства и экономической целесообразности.

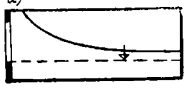
Конструктивные решения должны разрабатываться в соответствии с рекомендациями настоящего Пособия и действующими технологическими условиями, инструкциями и типовыми чертежами.

6.2. При выборе типов фонарей и окон (рис. 34 в табл. 9 и рис. 35 в табл .10) рекомендуется руководствоваться приведенными в табл. 9 и 10 их световыми характеристиками. Характеристика световой активности различных видов фонарей при одинаковой площади остекления приводится в табл. 11.

6.3. При определении размеров светопроемов, их расположения и ориентации следует руководствоваться «Инструкцией по расчету и проектированию естественного освещения зданий» (Стройиздат, 1960).

Таблица 9

Рекомендации по выбору типа окон с учетом их светотехнических характеристик

Виды бокового освещения	Наименование окон	Область применения
Одностороннее освещение	Одноярусные с нормальным подоконником *а)* 	В помещениях, где необходимо обеспечить одностороннее направленное освещение и допускается большая его неравномерность по глубине помещения

Продолжение табл. 9

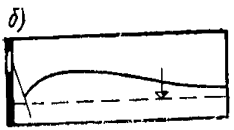
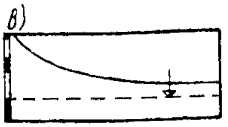
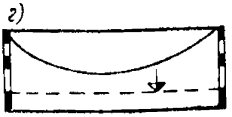
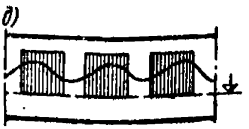
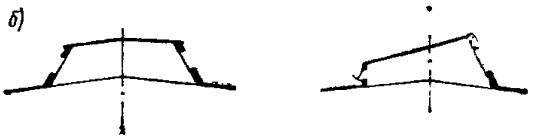
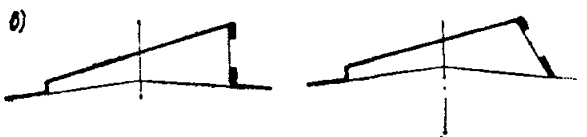
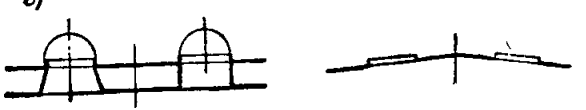
Виды бокового освещения	Наименование окон	Область применения
	Одноярусные с высоким подоконником (более 1 *м*) *б)* 	В помещениях, где необходимо обеспечить: а) одностороннее и равномерное освещение по глубине помещения $\left(\frac{E_{мин}}{E_{макс}} \geqslant 0{,}3\right)$ б) защиту рабочих мест от повышенной яркости окон
Одностороннее и двухстороннее	Двухъярусное *в)*  *г)* 	В глубоких помещениях с большой высотой ($H \geqslant 6$ *м*), где это целесообразно по условиям зрительной работы и по эксплуатационным требованиям
	Окна с широкими простенками *д)* 	В помещениях, где допускается неравномерность освещения по длине помещения в зоне, прилегающей к наружной стене
	Ленточные окна *е)* 	В помещениях, где требуется обеспечить равномерное освещение зоны, прилегающей к наружной стене

Таблица 10

Рекомендации по выбору типа светопроемов верхнего света с учетом их световых характеристик

	Типы фонарей	Область применения	Климатические районы[1]
I	С вертикальным двухсторонним остеклением (прямоугольные, М-образные) 	В помещениях, где производятся работы весьма точные, грубые и средней точности (IV—V разряды по СНиП)	I, II и III зоны
II	С наклонным двухсторонним остеклением (трапециевидные, М-образные) 	В помещениях, где производятся весьма точные и точные работы (II—III разряды по СНиП)	II и III зоны

Продолжение табл. 10

	Типы фонарей	Область применения	Климатические районы[1]
III	С наклонным или вертикальным односторонним остеклением б) 	В помещениях, где производятся точные и малой точности работы (III и IV разряды) и требуется защита от теплового и светового действия инсоляции	III и IV зоны
IV	Зенитные светопроемы в покрытиях, заполненные стекложелезобетоном и колпаками различной формы из органического стекла, стеклопластика и т. п. г) 	Для помещений с весьма точными и малоточными работами (I—IV разряды по СНиП) при условии обеспечения защиты помещения от теплового и светового действия инсоляции	Во всех зонах

[1] Деление территории на климатические зоны:

I — северные районы, географическая широта >60°;
II — центральные » » » 60—50°;
III — южные » » » 50—40°;
IV — субтропические » » » <40°.

Таблица 11

Относительная светоактивность фонарей при одинаковой площади остекления

Типы фонарей	Наименование фонарей	Относительные значения среднего коэффициента естественного освещения на рабочих плоскостях, расположенных горизонтально, в %
I	Прямоугольные	100
II	Трапециевидные	160
III	Шеды с вертикальным остеклением . .	120
III	Шеды с наклонным остеклением (под углом 60° к горизонту)	150
IV	Зенитные фонари:	
	протяженные	230
	в виде отдельных проемов при:	
	$B:H=10$	225
	$B:H=2{,}5$	200
	$B:H=0{,}5$	100

Примечания: 1. Ширина фонарей по средней линии принимается в пределах 0,4—0,6 пролета.

2. За 100% принимается среднее значение к. е. о. при прямоугольных фонарях.

3. H — высота боковой стенки проема в *м*; B — ширина проема в *м*.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

6.4. Необходимые для проектирования светопрозрачных ограждений данные по светопропускающим материалам приводятся в главах СНиП I-В.15-62 и I-В.16-62, а по материалам, не нашедшим отражения в указанных главах, — табл. 12.

6.5. К материалам, обладающим светорассеивающими свойствами, относятся:

а) стеклопластики;

б) светорассеивающие стекла (узорчатое и др.);

в) стекла типа стевит («термолюкс»);

г) стеклянные светорассеивающие блоки.

Таблица 12

Значения коэффициентов τ_1 светопропускающих материалов и изделий

Листовые материалы		Светопропускающие изделия	
Наименование материала	τ_1	Наименование материала	τ_1
Теплопоглощающие стекла:		Пустотелые стеклянные блоки:	
оконное, силикатное, голубое	0,65—0,75	194×194×98 светопрозрачные	0,55
		244×244×98 светорассеивающие	0,50
оконное, фосфатное, тянутое	0,80—0,85	294×294×98 светопрозрачные	0,60
		294×294×98 светорассеивающие	0,55
узорчатое, силикатное, тянутое, голубое	0,65—0,75	194×194×60 светопрозрачные	0,60
		194×194×60 светорассеивающие	0,55
Теплоотражающие стекла с металлизированными покрытиями:		Стеклопрофилит: швеллерного сечения 250×50 *мм*:	
титановым	0,85—0,70	одинарный	0,80
олово-сурьмяным	0,80—0,60	двойной	0,65
кобальтовым	0,80—0,60	коробчатого сечения: 250×40 *мм*	0,65
		180×40 »	0,60
Стеклопластики:			
бесцветные с высоким коэффициентом светопропускания	$\geqslant 0{,}80$		
бесцветные и слабоокрашенные со средним коэффициентом светопропускания	0,60—0,80		
слабоокрашенные и окрашенные с низким коэффициентом светопропускания	$< 0{,}60$		

6.6. Переплеты, толщина стен и другие элементы светопроемов должны иметь светлую диффузноотражающую свет поверхность с коэффициентом отражения не менее 50%.

РАСЧЕТЫ ОБЩЕГО КОЭФФИЦИЕНТА СВЕТОПРОПУСКАНИЯ СВЕТОПРОЕМОВ

6.7. Необходимая площадь световых проемов в помещениях, а также их расположение определяются с учетом преобладающих условий зрительной работы и особенностей светового климата местности на основе расчета, проводимого в соответствии со СНиП (глава II-А.8-62).

6.8. Общий коэффициент светопропускания τ_0 световых проемов и светопропускающих ограждений определяется расчетным путем из выражения

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4, \qquad (1)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания светопропускающего материала, заполняющего светопроем;

τ_2 — коэффициент, учитывающий затенение светопроема переплетами или другими конструктивными элементами, входящими в светопроем (например, конструктивные ребра у панелей из стеклопластиков, швы у панелей из стеклопрофилита или стеклянных блоков, боковые стенки световых шахт, толщина стены и т. д.);

τ_3 — коэффициент, учитывающий загрязнение светопропускающего материала;

τ_4 — коэффициент, учитывающий понижение светопропускания светопроема за счет затенения его несущими конструктивными элементами (фермы, балки и пр.).

6.9. Значения общего коэффициента светопропускания τ_0 окон для жилых и общественных зданий приводятся в табл. 13.

6.10. Коэффициент τ_1 определяется по материалам, приведенным в главах СНиП I-В.15-62 и I-В.16-62, а также по данным табл. 12 (для новых материалов, сведения по которым не содержатся в СНиП II-А.8-62).

Таблица 13

Значение общего коэффициента светопропускания τ_0 окон с двойным остеклением для жилых и общественных зданий

Характеристика окна		Значения τ_0 при толщине стены в *мм*			
тип переплетов	размеры в модулях	120	300	510	640
Одинарные	12.12	0,40	0,35	0,30	0,30
	12.14 12.15 15.14	0,45	0,40	0,35	0,30
	15.21	0,50	0,45	0,40	0,35
Спаренные	12.12	0,40	0,35	0,30	0,30
	12.14 12.15 15.14 15.21	0,40 0,45 0,40 0,45	0,40	0,35	0,30
Двойные (раздельные)	12.12 12.14	0,30	0,25 0,30	0,25	0,20 0,25
	12.15 15.14	0,35 0,30	0,30	0,30 0,25	0,25
	15.21	0,40	0,35	0,30	0,30

При применении двухслойных или многослойных светопрозрачных конструкций (из стекла, стеклопластика и других материалов) коэффициент τ_1 определяется расчетным путем из выражения

$$\tau_1 = \tau_1' \tau_1'' \tau_1''', \qquad (2)$$

где τ_1'; τ_1''; τ_1''' — коэффициенты светопропускания каждого из слоев светопропускающего материала, входящего в многослойную конструкцию.

6.11. Коэффициент τ_2, учитывающий затенение конструктивными элементами светопроема (переплетами, швами и др.), определяется из следующих выражений:

1) при одинарном переплете окна

$$\tau_2 = 0{,}95 \frac{S_{пр}}{S_{общ}} \tau_2'', \qquad (3)$$

где $S_{пр}$ — площадь светопропускающей части переплета;

$S_{общ}$ — площадь светопроема в свету;

0,95 — поправочный коэффициент, учитывающий затенение переплетом;

τ_2'' — коэффициент, учитывающий затенение светопроема в зависимости от толщины стены, определяется по табл. 14;

2) при спаренных или двойных раздельных переплетах

$$\tau_2 = 0{,}70 \frac{S_{пр}}{S_{общ}} \tau_2'', \qquad (4)$$

где 0,70 — поправочный коэффициент, учитывающий затенение двойными переплетами;

Таблица 14

Значения коэффициента τ_2'', учитывающие затенение светопроема в зависимости от толщины стены

Количество створок в переплете окна	Толщина стены в *мм*			
	120	300	510	640
Одностворчатые и двухстворчатые	0,90	0,80	0,70	0,65
Трехстворчатые	0,95	0,85	0,75	0,65

3) значения коэффициентов τ_2, учитывающих затенение конструктивными элементами светопроема для оконных переплетов промышленных зданий (ГОСТ 8126—56 и ГОСТ 477—56), приводятся в табл. 15;

4) значения коэффициентов τ_2, учитывающих затенение глубины шахты у зенитных светопроемов наиболее распространенных конструкций, определяются по данным табл. 16.

Конструктивная схема зенитных светопроемов, перекрытых колпаками, дается на рис. 36.

Значения коэффициентов τ_2 для зенитных проемов со светопрозрачными колпаками могут быть определены по данным табл. 16;

Таблица 15

Значения коэффициентов τ_2 при одинарных и двойных переплетах в окнах промышленных зданий

Деревянные и железобетонные переплеты			Стальные переплеты					
			открывающиеся			глухие		
марка переплета	значения τ_2 при		марка переплета	значения τ_2 при		марка переплета	значения τ_2 при	
	одинарных	двойных		одинарных	двойных		одинарных	двойных
П-1	0,65	0,50	ПО-32	0,65	0,50	ПГ-34	0,85	
П-2			ПО-2			ПГ-32		
П-3	0,70	0,55	ПО-42	0,80	0,65	ПГ-42	0,90	0,70
П-4			ПО-4			ПГ-44		
П-7						ПГ-3		
П-5								
П-6	0,80	0,65						
П-8								
П-9								

5) затенение конструктивными промежуточными ребрами (в многослойных панелях из стеклопластиков) и швами (в панелях из стеклопрофилита швеллерного и коробчатого сечения) определяются из выражения

$$\tau_2 = \tau_2' \tau_2'', \qquad (5)$$

где τ_2' — коэффициент, учитывающий характер членения панелей; принимается по графику рис. 37 в зависимости от относительной величины каждой ячейки, характеризуемой соотношением B/H и L/B (рис. 37);

τ_2'' — коэффициент, учитывающий затенение толщиной ребра, характеризуемой отношением a/B, определяется по рис. 38;

6) затенение швами в стекложелезобетонных панелях определяется по графику рис. 39 в зависимости от отно-

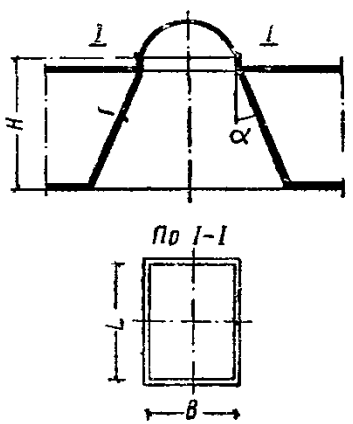


Рис. 36. Схема зенитного светопроема со светопрозрачным колпаком

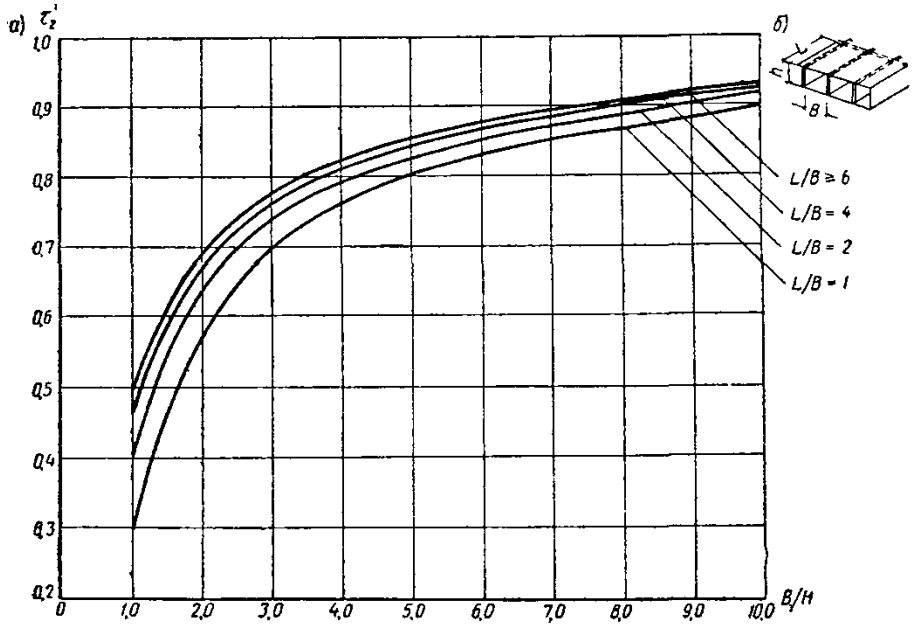


Рис. 37. График для определения коэффициента τ_2'

а — график; *б* — конструктивная схема панели из стеклопластиков

Таблица 16

Значения коэффициентов τ_2 для зенитных светопроемов со светопрозрачными колпаками при коэффициенте отражения стенок шахты, равном 0,7

Форма светопроема в плане	B/H или $Д/H$	Коэффициент τ_2 при угле наклона стенок световой шахты (к вертикали) в град.				
		0	15	30	45	60
Круглая диаметром $Д$ и квадратная со стороной B	10,0	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95
	7,0	0,80	0,80	0,90	0,90	0,95
	5,0	0,70	0,75	0,85	0,85	0,90
	3,0	0,65	0,75	0,80	0,90	0,90
	1,0	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90
	0,5	0,25	0,45	0,55	0,70	0,85
Прямоугольная с соотношением сторон $L/B=2$	10,0	0,90	0,90	0,95	0,95	0,97
	7,0	0,85	0,90	0,95	0,95	0,97
	5,0	0,80	0,85	0,90	0,95	0,95
	3,0	0,75	0,85	0,90	0,90	0,95
	1,0	0,50	0,65	0,75	0,85	0,90
	0,5	0,25	0,45	0,55	0,65	0,80
Прямоугольная с соотношением сторон $L/B=6$	10,0	0,90	0,95	0,97	0,97	0,97
	7,0	0,85	0,95	0,95	0,97	0,97
	5,0	0,85	0,90	0,95	0,95	0,95
	3,0	0,80	0,90	0,95	0,95	0,95
	1,0	0,55	0,75	0,80	0,90	0,90
	0,5	0,35	0,55	0,65	0,75	0,80

сительной толщины шва a/B, отнесенной к ширине одного блока (рис. 39).

6.12. Коэффициент τ_3, характеризующий уменьшение пропускания светопроема загрязнением стекла, зависит от степени загрязнения внутренней (τ_3') и наружной (τ_3'') поверхностей и в общем случае определяется из выражения

$$\tau_3 = \tau_3' \tau_3''. \qquad (6)$$

В табл. 17 приводится характеристика чистоты воздуха в различных районах строительства и дается класси-

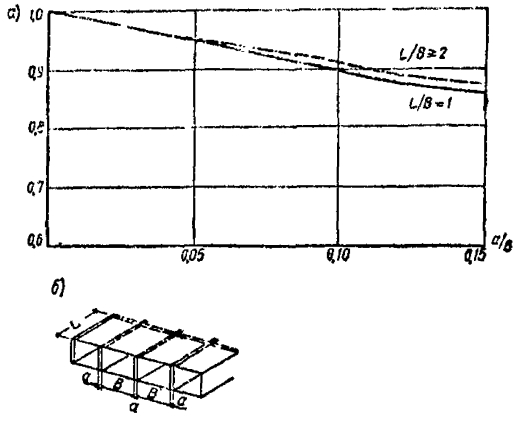


Рис. 38. График для определения коэффициента τ_2

а — график; *б* — конструктивная схема светопрозрачной панели

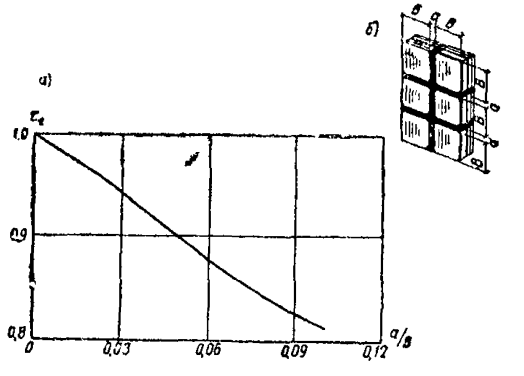


Рис. 39. График для определения коэффициента τ_2 стекложелезобетонных ограждений

а — график; *б* — схема ограждения

Таблица 17

Классификация помещений по условиям загрязненности внутреннего воздуха

Характеристика помещений по условиям загрязненности воздуха	Количество пыли в 1 $м^3$ воздуха в $мг/м^3$
Группа А	
Незначительное содержание пыли в воздухе: жилые и общественные здания, цехи холодного проката, машинный зал ГЭС, механосборочные цехи часовых заводов и т. д.	$\leqslant 5$
Группа Б	
Повышенное содержание пыли в воздухе: сталелитейные, мартеновские, кузнечные, литейные цехи, цехи цементных заводов, помещения для переработки кормов и отработки зерна в сельскохозяйственных зданиях и т. д.	>5

Таблица 18

Значения коэффициента τ_3, учитывающие уменьшение коэффициента светопропускания загрязнением остекления

Характеристика помещения	Коэффициент τ_3 при положении остекления относительно горизонтальной плоскости		
	0 —30°	30—60°	60—90°
Группа А с количеством пыли $\leqslant \leqslant 5$ $мг/м^3$	0,70	0,75	0,80
Группа Б с количеством пыли $> > 5$ $мг/м^3$	0,45	0,50	0,55

Таблица 19

Значения коэффициентов τ_4, учитывающие затенение светопроема элементами несущих конструкций, пересекающих светопроем

Виды несущих конструкций	Значение коэффициента τ_4
Стальные и алюминиевые фермы	0,9
Железобетонные и деревянные фермы	0,8
Железобетонные арки и сплошные балки высотой $\leqslant 0{,}50$ $см$	0,8
Железобетонные арки и сплошные балки высотой > 50 $см$	0,7

фикация помещений по степени загрязненности внутреннего воздуха. Значения коэффициента τ_3 приводятся в табл. 18.

6.13. При затенении светопроема несущими конструкциями принимаются значения коэффициентов τ_4, приведенные в табл. 19.

ОЧИСТКА ОСТЕКЛЕНИЯ

6.14. Очистка остекления от загрязнения производится в следующие сроки:

1) в помещениях группы А с незначительным загрязнением воздуха — не реже двух раз в год;

2) в помещениях группы Б с интенсивным загрязнением воздуха — не реже четырех раз в год.

6.15. Подходы для очистки остекления должны предусматриваться в типовых проектах в соответствии с требованиями, предусмотренными соответствующей инструкцией.

ОКНА, БАЛКОННЫЕ ДВЕРИ И ФОНАРИ

6.16 (СНиП II-В.6-62, п. 5.1). Для заполнения световых проемов в ограждающих конструкциях (окон, балконных дверей, световых фонарей), а также светопрозрачных ограждений можно применять листовое стекло любых видов, стеклянные блоки, стеклопакеты, а также светопрозрачные изделия на основе полимеров в сочетании с конструктивными элементами из древесины, металлов, железобетона и материалов на основе полимеров.

Для заполнения проемов световых, дверных и используемых для проезда следует применять конструкции окон, дверей и ворот по государственным стандартам или каталогам типовых индустриальных изделий.

Применение конструкций окон и дверей, кроме предусмотренных в п. 6.16, разрешается при отсутствии аналогичных конструкций в ГОСТах (например, окно с вращающимися створками, окно с одинарными переплетами со стеклопакетами или с двойным и тройным остеклением, двери наружные в обвязке и т. д.).

Необходимым условием применения является предварительная экспериментальная проверка указанных конструкций окон и дверей в лабораториях, в условиях производства, на строительстве и в эксплуатации, а так-

же согласование их применения с базовой организацией по стандартизации и нормализации окон и дверей.

6.17 (СНиП II-В.6-62, п. 5.2). Сопряжения конструкций прозрачных ограждений между собой и с примыкающими к ним стенами, каркасами и перекрытиями должны обеспечивать прочность, влаго- и воздухонепроницаемость, а в необходимых случаях и теплоизоляцию ограждения; все металлические части в местах сопряжений должны быть надежно защищены от коррозии.

Защита от коррозии производится в соответствии с указаниями глав СНиП I-В.27-62 и II-В.6-62.

6.18. (СНиП II-В.6-62, п. 5.3). Заполнения световых проемов — окон, балконных дверей и фонарей — в зависимости от назначения зданий и помещений, расчетного перепада температур внутреннего и наружного воздуха и влажности воздуха помещений должны обладать сопротивлением теплопередаче не менее величин $R_0^{тр}$, приведенных в табл. 20.

6.19 (СНиП II-В.6-62, п. 5.4). Выбор конструкций заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), удовлетворяющих требованиям табл. 20, следует производить по табл. 21, а для не приведенных в табл. 21 случаев — на основании данных специальных лабораторных исследований.

Примечание. Данными табл. 20 и 21 допускается руководствоваться и при выборе конструкции светопрозрачных ограждений зданий при условии отсутствия постоянного пребывания людей в непосредственной близости к ограждениям (порядка 2 *м*), с разрешения инстанции, утверждающей проект.

Данными табл. 20 и 21 не следует руководствоваться при выборе конструкций наружных ограждений жилых и общественных зданий со значительным и сплошным остеклением в помещениях для постоянного или временного пребывания людей вне зависимости от их близости к ограждению (например, жилые комнаты, фойэ, залы приема пищи, танцевальные залы, поэтажные вестибюли гостиниц и т. д.) исходя из необходимости создания комфортных условий пребывания и устранения вредного воздействия отрицательной радиации.

Теплотехнические качества ограждений со значительным и сплошным остеклением следует каждый раз устанавливать специальными теплотехническими расчетами.

Таблица 20 (СНиП II-В.6.62, табл. 2)

Нормируемые величины сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$ заполнения световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей)

№ п/п	Наименование зданий и помещений	Расчетные перепады температур воздуха внутреннего и наружного (средней температуры наиболее холодной пятидневки) в *град*	$R_0^{тр}$ в *м²·ч·град/ккал*	
			для окон и балконных дверей	для фонарей
1	Больницы, поликлиники и детские ясли-сады	Менее 50	0,36	0,39
		От 50 до 60	0,39	0,56
		61 и более	0,56	
2	Жилые здания и школы	Менее 25	0,18	0,39
		От 25 до 49	0,36	
		» 50 » 65	0,39	
		66 и более	0,56	
3	Общественные здания (кроме указанных в пп. 1 и 2)	Менее 30	0,18	0,39
		От 30 до 49	0,36	
		» 50 » 65	0,39	
		66 и более	0,56	

Продолжение табл. 20

№ п/п	Наименование зданий и помещений	Расчетные перепады температур воздуха внутреннего и наружного (средней температуры наиболее холодной пятидневки) в *град*	$R_0^{тр}$ в *м²·ч·град/ккал*	
			для окон и балконных дверей	для фонарей
4	Производственные отапливаемые помещения с сухим и нормальным влажностным режимами	35 и менее	0,18 при отсутствии рабочих мест у окон	0,18
			Так же, как для температурного перепада от 36 до 49°, при наличии рабочих мест у окон	
		От 36 до 49	0,36 на высоте от пола до 2,4 *м*	0,18
			0,18 на высоте от пола более 2,4 *м*	
		От 50 и более	0,36 на высоте от пола до 2,4 *м*	0,30, уточняемое технико-экономическим расчетом с учетом теплопотерь здания

Продолжение табл. 20

№ п/п	Наименование зданий и помещений	Расчетные перепады температур воздуха внутреннего и наружного (средней температуры наиболее холодной пятидневки) в *град*	$R_0^{тр}$ в *м²·ч·град/ккал*	
			для окон и балконных дверей	для фонарей
4	Производственные отапливаемые помещения с сухим и нормальным влажностным режимами	От 50 и более	0,18 на высоте от пола более 2,4 *м*, если это не противоречит условиям эксплуатации	0,30, уточняемое технико-экономическим расчетом с учетом теплопотерь здания
5	Производственные отапливаемые помещения с влажным и мокрым режимом	30 и менее	0,18	0,18
		31 и более	0,36	0,30, уточняемое технико-экономическим расчетом с учетом теплопотерь здания и условий его эксплуатации
6	Производственные помещения с избыточными тепловыделениями, превышающими расчетные теплопотери более чем на 50%, либо когда теплоизбытки превышают 20 *ккал/м³·ч*	Любые	0,18	0,18

Таблица 21 (СНиП II-В.6-62, табл. 3)

Сопротивления теплопередаче R_0 заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей)

№ п/п	Конструкции заполнения световых проемов	Расстояние между стеклами в *мм*	R_0, $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$
1	Одинарный переплет (одинарное остекление)	—	0,20
2	Одинарный переплет (двойное остекление)	35—25	0,40
3	Одинарный переплет со стеклопакетом (двойное остекление)	10	0,35
4	То же	20	0,38
5	Двойные переплеты раздельные (двойное остекление)	150—75	0,44
6	Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	60—30	0,40
7	Двойные переплеты раздельные (одинарное+двойное остекление) . .	150—75 и 35—25	0,60
8	Тройные переплеты раздельные (тройное остекление)	150—75	0,65
9	Тройные переплеты строенные (тройное остекление)	60—30	0,60
10	Тройные переплеты (одинарный+ +спаренные; тройное остекление) .	150—75 и 60—30	0,60
11	Вертикальное остекление из стеклоблоков с размером блоков 194× ×194×96 *мм* при швах толщиной 6 *мм* на тяжелом растворе	—	0,50
12	То же, на легком растворе . . .	—	0,59

Примечание. В табл. 3 величины сопротивлений теплопередаче R_0 приведены для окон, балконных дверей и фонарей с деревянными переплетами и коробками. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок приведенные величины следует уменьшать на 10%.

6.20. В табл. 20 согласно указанию п. 5.3. главы СНиП II-В.6-62 приведены минимально допустимые нормируемые величины сопротивления теплопередаче заполнения световых проемов — окон, балконных дверей и фонарей — для соответствующих перепадов температур воздуха внутреннего и наружного (средней температуры наиболее холодной пятидневки из главы СНиП

II-А.6-62). Рекомендуемые нормируемые величины сопротивления теплопередаче $R_0^{рек}$ окон, балконных дверей и фонарей жилых и общественных зданий и рекомендуемые для них предельно допустимые температуры наружного воздуха (средней температуры наиболее холодной пятидневки) приводятся в табл. 22.

Таблица 22

Рекомендуемые нормируемые величины сопротивления теплопередаче $R_0^{рек}$ заполнения световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) жилых и общественных зданий, предусмотренных номенклатурой пп. 1—3 табл. 20 и рекомендуемые для них предельно допустимые температуры наружного воздуха

$R_0^{рек}$, *м²·ч·град/ккал*	0,20	0,35	0,38	0,40	0,44	0,60	0,65	0,80
Средняя температура наиболее холодной пятидневки в *град*	—5	—23	—27	—29	—34	—52	—58	—76

Данные таблицы учитывают:

а) улучшение комфортных условий при обеспечении средней расчетной температуры на поверхности стекла в помещении с температурой не менее +5° С при минимальной расчетной температуре внутреннего воздуха +18° С;

б) снижение расхода топлива, а также эксплуатационных расходов, связанных с отоплением зданий;

в) уменьшение мощности и стоимости систем отопления.

6.21 (СНиП II-В.6-62, п. 5.5). Откосы оконных и дверных проемов толстых (более 40 *см*) каменных стен в жилых и общественных зданиях при перепаде расчетной температуры внутреннего воздуха и наружного воздуха (средней температуры наиболее холодной пятидневки) более 50° во избежание промерзания следует утеплять по периметру заполнений в соответствии с теплотехническим расчетом.

Примечания: 1. Откосы проемов в наружных каменных стенах следует окрашивать водостойкими красками, защищающими от проникания влаги. Отделка этих откосов сухой штукатуркой не допускается.

2. При конденсации водяного пара на поверхностях заполнений световых проемов или светопрозрачных ограждений следует предусматривать меры по предохранению от увлажнения образующимся конденсатом ограждающих и несущих конструкций.

В целях повышения в зимний период температуры на поверхности внутренних откосов кирпичных стен толщиной 51 *см* и более в местах заделки оконных блоков (если нет опасений заноса проемов снегом) следует делать уширенные четверти оконных проемов 25 *см*

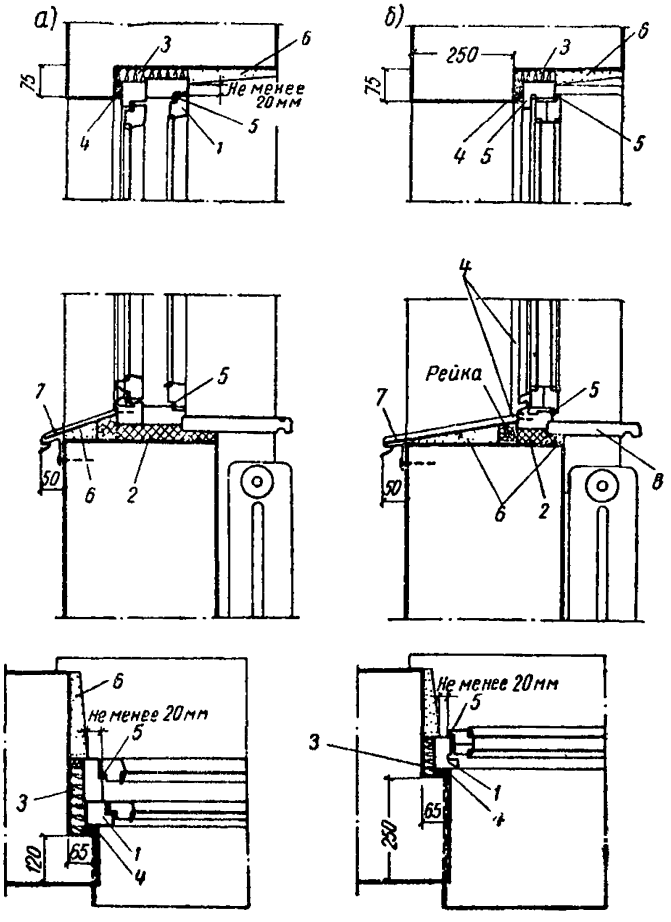


Рис. 40. Примеры установки оконных блоков в кирпичных стенах

а — с раздельным переплетом; б — со спаренным переплетом; 1 — оконный блок; *2* — утеплитель (строительный войлок); *3* — конопатка; *4* — герметик (мастика); *5* — уплотняющая прокладка (пенополиуретан); *6* — раствор; *7* — слив; *8* — подоконная доска

вместо 12 *см*, смещая оконные блоки в глубь проемов за счет уменьшения ширины подоконных досок (см. рис. 40).

6.22. (СНиП II-В.6-62, п. 5.6). Верхней наружной части оконных и дверных проемов и наружным подоконным сливам необходимо придавать профиль, обеспечивающий отвод стекающей дождевой воды от поверхности заполнений проемов; уклон верхнего откоса в сторону проема не допускается.

Оконные и дверные проемы в наружных стенах должны иметь конструкцию, обеспечивающую возможность смены деревянных коробок.

Устройство закладных деревянных оконных и дверных коробок, а также пропаривание в камерах оконных и дверных блоков или их коробок при изготовлении стеновых панелей не допускается. При тепловлажностной обработке панели контактным способом или электропрогреве незакладные оконные и дверные коробки могут быть установлены при их изготовлении.

Наружные проемы для окон и дверей, как правило, должны иметь верхние и боковые четверти для обеспечения качественной заделки оконных и дверных блоков (см. рис. 41).

Глубина четверти для заделки блоков должна быть в пределах 50—70 *мм*.

Примечание. В жилых и общественных зданиях наружные проемы без четвертей для окон и дверей не рекомендуются, и их применение должно быть технико-экономически обосновано.

Для защиты окон от дождевой воды, стекающей по тонким панельным стенам, окна следует располагать возможно дальше от наружной поверхности стены, устраивая в проемах четверти глубиной не менее 7 *см* (см. рис. 41).

При расположении окон на расстоянии менее 7 *см* от наружной поверхности панели, необходимо устраивать над окнами козырьки, отводящие дождевую воду (рис. 42).

Сопряжение боковых наружных откосов с оконными и дверными коробками, а также со стальными, керамическими и тому подобными сливами в нижней части проемов должно выполняться с учетом надежной защиты от проникания косого дождя в толщу стеновых панелей или стен.

6.23. Деревянные коробки окон и дверей должны защищаться от гниения и увлажнения в соответствии с указаниями глав СНиП III-В.8-62 и III-В.9-62.

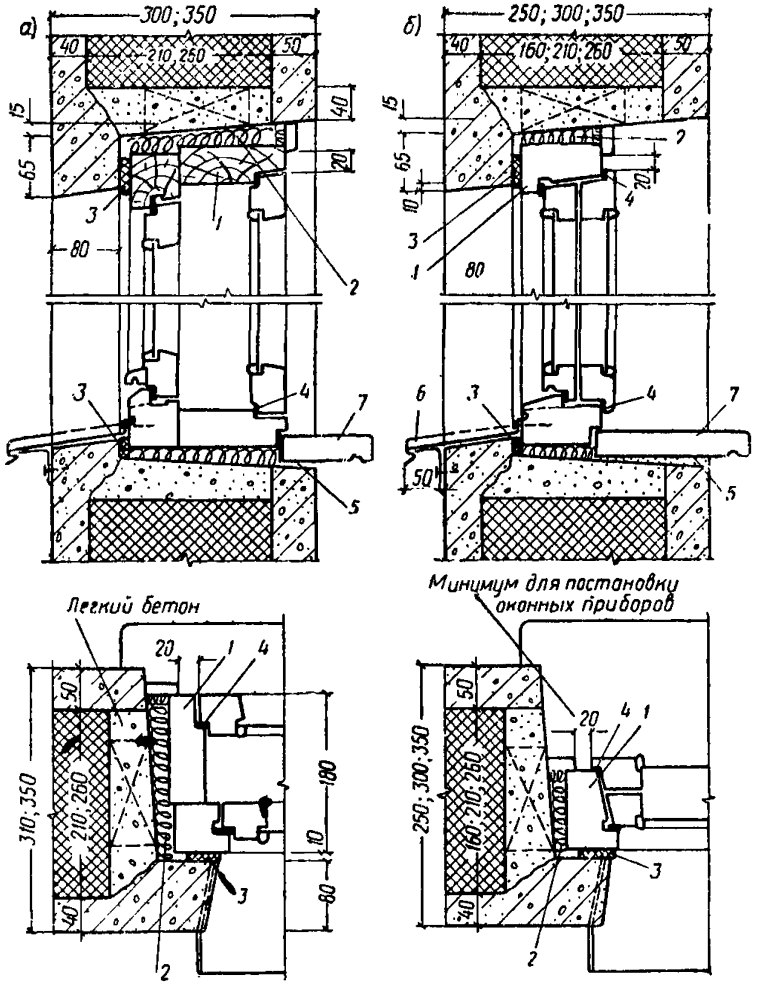
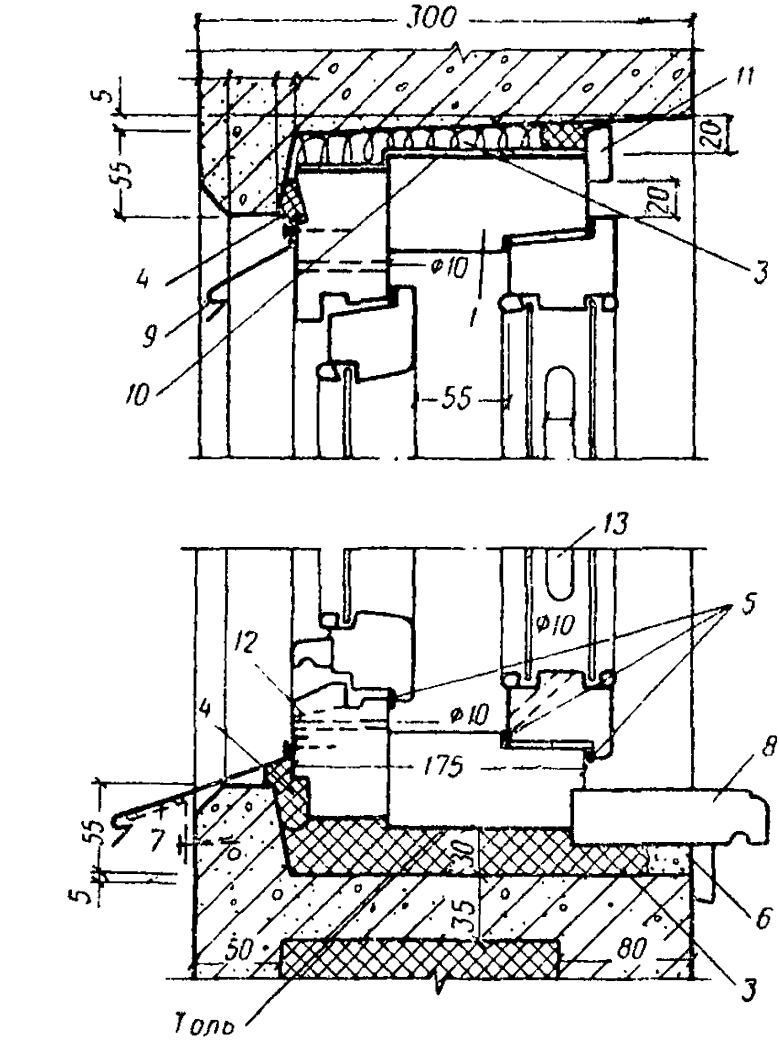


Рис. 41. Примеры установки оконных блоков в панельных стенах

а — с раздельными переплетами; *б* — со спаренными переплетами; *1* — оконный блок; *2* — конопатка; *3* — герметик (мастика); *4* — уплотняющая прокладка (пенополиуретан); *5* — раствор; *6* — слив; *7* — подоконная доска

6.24 (СНиП II-В.6-62, п. 5.7). Сопротивления воздухопроницанию $R_и^{тр}$ окон и балконных дверей в жилых и общественных зданиях высотой до 14 этажей с естественной и вытяжной вентиляцией в зависимости от



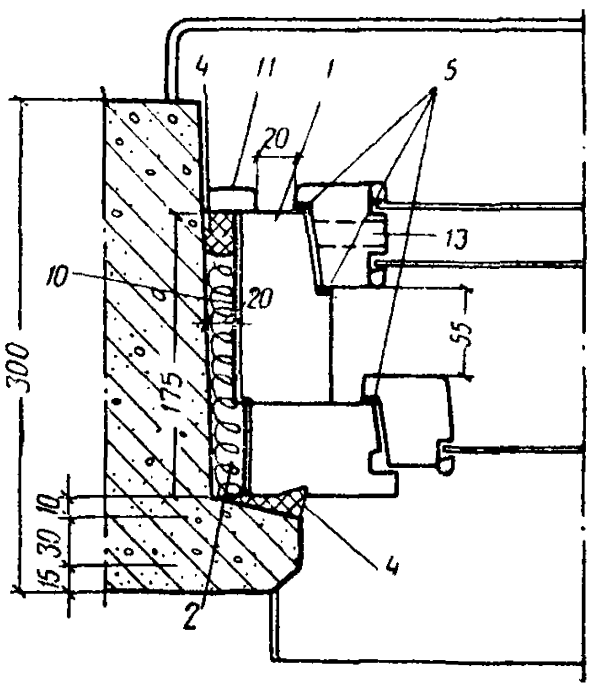


Рис. 42. Пример установки оконного блока с тройным остеклением в проемах панельной стены

1 — оконный блок; *2*—утеплитель (строительный войлок); *3* — конопатка; *4*—герметик (мастика); *5*—уплотняющие прокладки (пенополиуретан); *6* — раствор; *7*—слив; *8* — подоконная доска; *9*—козырек (из оцинкованного железа, алюминиевого сплава и др.); *10* — толь; *11* — наличник (34+13 *мм*), *12* — прорез для отвода воды; *13* — щель

средних температур наружного воздуха наиболее холодной пятидневки при расчетной зимней скорости ветра[1] 5 *м/сек* и менее должны быть не меньше величин, указанных в табл. 23.

Таблица 23*

Нормируемые величины сопротивления воздухопроницанию $R_и^{тр}$ окон и балконных дверей в жилых и общественных зданиях

№ п/п	Этаж	Расчетная зимняя скорость ветра в *м/сек*	$R_и^{тр}$ в *м²·мм вод.ст·ч/кг* при расчетных температурах наружного воздуха (средних наиболее холодной пятидневки) в *град*			
			до—15	от—16 до—30	от—31 до—45	от —46 и ниже
1	Все этажи в пятиэтажных зданиях и пять верхних этажей в зданиях высотой 6—14 этажей	До 5	0,062	0,105	0,143	0,200
		От 5,1 до 7	0,071	0,121	0,164	0,230
		» 7,1 » 9	0,080	0,137	0,186	0,260
		Более 9	0,087	0,147	0,200	0,280
2	Шестой—девятый этажи считая сверху в зданиях высотой 6—14 этажей	До 5	0,077	0,133	0,200	0,286
		От 5,1 до 7	0,089	0,153	0,230	0,330
		» 7,1 » 9	0,100	0,173	0,260	0,372
		Более 9	0,108	0,186	0,280	0,400
3	Десятый—четырнадцатый этажи считая сверху в зданиях высотой 10—14 этажей	До 5	0,100	0,182	0,286	0,417
		От 5,1 до 7	0,115	0,210	0,330	0,480
		» 7,1 » 9	0,130	0,237	0,372	0,541
		Более 9	0,140	0,255	0,400	0,584

Эти нормируемые величины сопротивления воздухопроницанию $R_и^{тр}$, пересчитанные с учетом расчетной зимней скорости ветра, приведены в табл. 23.

---

* Табл. 23 является переработанной табл. 4 главы СНиП II-В.6-62.

[1] См. главу СНиП II-А.7-62 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования».

6.25 (СНиП II-В.6-62, п. 5.8). Способы уплотнения притворов окон с деревянными переплетами и балконных дверей для жилых и общественных зданий, удовлетворяющих требованиям табл. 23, следует выбирать по табл. 24.

Таблица 24*

Сопротивления воздухопроницанию $R_и$ окон и балконных дверей с деревянными переплетами, неуплотненными и с уплотнением

№ п/п	Типы переплетов	Количество уплотняемых переплетов	$R_и$, $м^2 \cdot мм\ вод.ст \cdot ч/кг$			
			без уплотнения притворов	с уплотнением притворов прокладками		
				из полушерстяного шнура	из губчатой резины	из пенополиуретана
1	Одинарные и спаренные	Один (внутренний)	0,036 0,027	0,125 0,094	0,161 0,121	0,182 0,137
2	Двойные раздельные и тройные (одинарный+спаренные)	Один (внутренний)	0,056 0,042	0,133 0,100	0,182 0,137	0,200 0,150
		Два		0,189 0,142	0,250 0,188	0,286 0,215
3	Тройные раздельные	Один (внутренний)	0,083 0,062	0,147 0,110	0,189 0,142	0,213 0,160
		Два (внутренних)		0,208 0,153	0,263 0,197	0,312 0,234
		Три		0,270 0,203	0,370 0,277	0,417 0,312

Примечания: 1. При применении металлических переплетов приведенные в табл. 24 величины $R_и$ следует увеличивать на 20%.

2. При оклейке бумагой притворов раздельных переплетов (при отсутствии уплотняющих прокладок) $R_и$ принимают как при уплотнении губчатой резиной.

Пересчитанные (уменьшенные на 25% относительно окон) сопротивления воздухопроницанию $R_и$ балконных

* Табл. 24 является переработанной табл. 5 главы СНиП II-В.6-62.

дверей приведены в табл. 24. В числителе показаны величины сопротивления окон, в знаменателе — балконных дверей.

6.26. Окна и балконные двери должны открываться внутрь помещений, за исключением случаев, предусмотренных в главе СНиП I-В.20-62, в которой допускается открывание створок как в помещение, так и наружу. Оконные створки, вращающиеся на вертикальной или горизонтальной осях, должны вращаться не менее чем на 180° и иметь фиксаторы, удерживающие створки в определенном открытом положении.

Конструкция и навеска створок окон и полотен дверей должны проектироваться с учетом удобной и безопасной чистки всех поверхностей стекол, а также удобной смены стекол.

6.27. Деревянные окна и двери должны проектироваться в соответствии с ГОСТ 475—62 «Окна и двери деревянные. Технические требования».

6.28. Для деталей деревянных окон и дверей, как правило, должны применяться заготовки из древесины хвойных пород, предусмотренные ГОСТ 9685—61 «Заготовки из древесины хвойных пород».

6.29. Припуски на строгание при изготовлении деревянных деталей, окон и дверей должны удовлетворять требованиям ГОСТ 7307—66 «Детали деревянные. Припуски на механическую обработку», предусматривающим припуски на снятие провесов, допущенных при сборке створок и полотен, а также припуски на фрезерование при обгонке рамок по периметру.

6.30. Припуски на усушку по толщине и ширине пиломатериалов хвойных пород для изготовления деревянных окон и дверей должны приниматься по ГОСТ 6782—58 «Пиломатериалы хвойных пород. Припуски на усушку».

6.31. Основные соединения — шипы, проушины и т. д. — принимаются, как правило, по ГОСТ 9330—60 «Детали деревянные. Основные соединения». Допускаются также соединения, размеры которых обосновываются заданным профилем сечений деталей окон и дверей.

6.32. Для остекления окон и дверей применяется строительное стекло, предусмотренное главой СНиП I-В.16-62 и ГОСТами на стекло.

Остекление окон и балконных дверей «стычным»

стеклом — встык или внахлестку (стекло на стекло) запрещается. Остекление производится на двойной замазке и, как правило, с дополнительной постановкой трапецеидальных штапиков (раскладок) с учетом требований главы СНиП III-В.13-62.

Примечание. Двойная замазка должна находиться с двух сторон стекла и заполнять весь промежуток между торцом стекла и четвертью створки (полотна).

6.33. Приборы для открывания и закрывания (запирания и отпирания) окон и дверей применяются в соответствии с ГОСТами и главой СНиП I-В.21-62 «Приборы для окон, дверей, ворот и переплетов фонарей».

6.34. Деревянные оконные и дверные коробки и их импосты должны иметь такие размеры сечений элементов, чтобы приборы или их детали могли размещаться на коробках или импостах в пределах открытой полосы шириной 20 *мм*, прилегающей к габаритам створок, фрамуг и полотен, и не мешать открыванию последних (см. рис. 40, 41 и 42).

6.35. Окна и двери из стали и алюминиевых сплавов должны проектироваться в соответствии с указаниями глав СНиП II-В.3-62, II-В.5-64 и I-В.20-62.

6.36. Окна и двери, изготовленные на основе полимеров, проектируются с учетом указаний главы СНиП I-В.15-62.

6.37. При проектировании солнцезащитного оборудования для окон и дверей следует руководствоваться указаниями главы СНиП I-В.20-62.

6.38. Установка оконных и дверных блоков в проемах должна производиться с учетом особенностей конструкции стен в местах обрамления проемов и с соблюдением следующих условий;

а) обеспечения проектного положения блока в проеме с установкой блока по уровню и отвесу в вертикальной плоскости проема;

б) надежного крепления блока в конструкции, обрамляющей проем (к пробкам и другим закладным деталям);

в) не допускается расклинивание блока в проеме во избежание искривления коробки; временное расклинивание для выверки блока в проеме допускается только в углах блока;

г) сопряжения блоков между собой, а также с примыкающими поверхностями обрамления проемов долж-

ны обеспечивать влагопроницаемость ограждения, в том числе от косого дождя, а также воздухонепроницаемость и теплоизоляцию ограждения в пределах норм, предусмотренных данным Пособием;

д) герметики для герметизации (конопатки) мест сопряжений оконных и дверных блоков с наружными проемами рекомендуется применять те же, что предусмотрены для заделки стыков стен (см. главу 2 настоящего Пособия и рис. 34—36);

е) монтаж деревянных окон производится в соответствии с главой СНиП III-В.7-62;

ж) монтированные в проемах окна и двери должны сниматься с петель створок окон и полотен дверей, не прибегая к вывинчиванию шурупов, крепящих петли.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ ПРОЕМОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

6.39. При проектировании световых проемов окон и ворот в промышленных зданиях следует руководствоваться указаниями, изложенными в главе СНиП II-М.2-62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования», и рекомендациями настоящей главы.

6.40. Размеры световых проемов и их расположение в плоскости стен должны быть обоснованы производственными и объемно-планировочными условиями зданий, а также климатическими и географическими условиями районов в соответствии с главой СНиП II-А.8-62 «Естественное освещение. Нормы проектирования», а также указаниями пп. 6.1—6.12 настоящей главы.

Не рекомендуется принимать большие площади остекления в районах с низкими расчетными температурами и устойчивыми ветрами, в южных районах при значительных воздействиях солнечной радиации, а также при повышенных требованиях к постоянству температурно-влажностного режима производственных помещений.

6.41. Световые проемы в панельных стенах проектируются с заполнением стальными переплетами (ГОСТ 8126—56) или стальными и деревянными панельными переплетами длиной 6 *м*.

В состав ГОСТа входят переплеты и вертикальные импосты, несущие переплеты и передающие ветровые

нагрузки с площади остекления на панели, расположенные вверху и внизу проемов. Панели, образующие проемы, должны обладать соответствующей прочностью и жесткостью и быть рассчитаны на дополнительные нагрузки от веса переплетов и половины ветровых нагрузок с площади остекления.

С целью ограничения ветровых усилий на импосты, панели-перемычки и цокольные панели предельная высота проемов принимается 7,2 *м*. При высоте более 7,2 *м* используются специальные ветровые ригели, воспринимающие часть усилий и передающие их на колонны здания, или принимаются двухъярусные проемы высотой менее 7,2 *м*.

6.42. Наибольшие высоты остекленных проемов, заполненных стальными переплетами (ГОСТ 8126—56) и расположенных в стенах из однослойных сплошных панелей (из ячеистых или легких бетонов), принимаются согласно табл. 25.

Таблица 25

Размеры световых проемов

Географический район ветровой нагрузки	Толщина панели	Наибольшая высота оконного проема при отметке верха проема в *м*						
		10	15	20	25	30	40	50
I	200	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	6,0	6,0
	240; 300						7,2	7,2
II	200	7,2	7,2	6,0	6,0	4,8	3,6	3,6
	240; 300			7,2	7,2	7,2	6,0	4,8
III	200	7,2	6,0	4,3	3,6	3,6	2,4	2,4
	240; 300		7,2	6,0	4,8	4,8	3,6	3,6
IV	200	4,8	3,6	3,6	2,4	2,4		
	240; 300	7,2	4,8	4,8	3,6	3,6		

Примечание. Максимальные высоты световых проемов могут быть увеличены до 12 *м* для первого яруса остекления и до 7,2 *м* для второго и последующих ярусов. При этом соответствующая часть ветровой нагрузки с поверхности проема должна восприниматься горизонтальными ветровыми ригелями.

Сечение ветровых ригелей во всех случаях определяется расчетом.

6.43. При использовании других конструкций панелей (например, неутепленных железобетонных ребристых панелей) толщиной не менее 200 *мм* допускаемые высоты остекленных проемов без ветровых ригелей определяются расчетом и принимаются в соответствии с прочностью и жесткостью панелей-перемычек.

6.44. В проемах, заполненных стальными переплетами (ГОСТ 8126—56), применение ветровых ригелей является обязательным в случае использования неутепленных железобетонных панелей толщиной 120 *мм*, трехслойных утепленных панелей, состоящих из двух железобетонных плит и расположенного между ними слоя утеплителя, а также утепленных и неутепленных панелей, изготовляемых из листовых материалов.

6.45. В наружных стенах зданий с шагом крайнего ряда колонн 6 *м* при заполнении проемов панельными переплетами длиной 6 *м* специальные панели-перемычки, цокольные панели и ветровые ригели не требуются. Допускаемые высоты проемов, определяемые прочностью и жесткостью переплетов, устанавливаются в типовых чертежах данной конструкции переплетов.

6.46. В стенах зданий с шагом крайнего ряда колонн 12 *м* при заполнении проемов панельными переплетами длиной 6 *м* требуются дополнительные стойки фахверка и панели-перемычки. Стойки фахверка, как правило, имеют жесткое крепление с цокольными панелями и податливое — с панелями-перемычками (или с конструкцией покрытия). В отдельных случаях, при недостаточной жесткости панелей-перемычек и цокольных панелей, используются ветровые ригели, воспринимающие ветровые нагрузки и служащие для крепления стоек фахверка.

Примечание. При проектировании таких проемов необходимо учитывать, что использование ветровых ригелей пролетом 12 *м* значительно увеличивает стоимость остекленных проемов в сравнении с их стоимостью, получаемой при шаге колонн 6 *м*.

6.47. Проектирование оконных проемов с использованием других видов заполнений, например стекложелезобетонных панелей, кладки из стеклоблоков, железобетонных переплетов, волнистого армированного стекла, светопрозрачного стеклопластика и т д., должно быть обосновано производственными и технико-экономическими данными и проводиться в соответствии с действующими техническими условиями и типовыми чертежами.

6.48. Необходимая площадь створных переплетов и фрамуг определяется требованиями аэрации помещения и определяется расчетным путем на основе заданной кратности воздухообмена, допускаемой скорости движения воздуха и расположения аэрационных отверстий в помещении.

6.49. Регулирование аэрации помещения осуществляется открыванием створных переплетов и фрамуг, производимого или вручную, или при помощи специальных механизмов с централизованным или локальным управлением. Приборы для открывания окон осуществляются на основе разработанных типовых конструкций.

СТЕКЛОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И КОНСТРУКЦИИ ИЗ ПЛАСТМАСС

6.50. Проектирование устройства и область рационального применения стекложелезобетонных ограждений следует осуществлять на основе настоящей главы и специальных указаний.

6.51. Различаются два вида стекложелезобетонных ограждений: первый осуществляется из пустотелых стеклянных блоков; второй — из стеклянных линз и плиток.

6.52. Стекложелезобетонное ограждение из стеклянных линз и плиток предпочтительно применять в помещениях вспомогательного и подсобного назначения при наличии технологического и экономического обоснования целесообразности их применения в каждом конкретном случае.

6.53. Для устранения блескости, создающейся при облучении прямыми лучами солнца, стекложелезобетонные ограждения рекомендуется располагать в верхней части стены при соблюдении защитного угла не менее 15°.

Примечание. Защитный угол образуется горизонтально с линией, проведенной из точки, соответствующей рабочему месту, к нижней грани светопроема.

6.54. Светопрозрачные элементы зенитных фонарей, располагаемых в покрытиях зданий, могут быть выполнены в виде куполов или лент из светопрозрачных пластмасс, основными из которых являются: органическое стекло, полиэфирные стеклопластики и поливинилхлорид.

В зависимости от архитектурного и конструктивного решения светопрозрачные ограждения из пластмасс подразделяются на следующие виды:

а) панельные (площадью светопроема от 9 до 18 $м^2$), выполняемые в виде отдельных включений в покрытии;

б) ленточные (площадью светопроема более 18 $м^2$), состоящие из непрерывного ряда светопрозрачных панелей, соединенных в торцах;

в) точечные (площадью светопроема менее 9 $м^2$), выполняемые в виде куполов различной формы — полусферической, эллиптической, пирамидальной и др.

6.55. Номенклатура рекомендуемых для внедрения в строительство ограждений из пластмассы приводится на рис. 43, 44 и в табл. 26 и 27.

Таблица 26

Номенклатура экспериментальных конструкций зенитных фонарей, рекомендуемых для применения в промышленном строительстве (с применением органического стекла) (см. рис. 43)

Тип	Наименование конструкции	Размер светопроема в *мм*	Применяемый материал
I	Зенитный фонарь панельного типа из двухслойных криволинейных волнистых элементов из органического стекла	1540×6030	Двухслойные элементы изготавливаются из органического стекла ПА, ПБ толщиной 5 *мм* для наружного слоя и 3 *мм* для внутреннего. Опорный стакан выполняется из листовой стали толщиной 2 *мм*
II	Зенитный фонарь панельного типа из однослойных волнистых криволинейных элементов из органического стекла	1540×6030	Криволинейные волнистые элементы изготавливаются из органического стекла ПА, ПБ толщиной 5 *мм*. Опорная рама выполняется из железобетона

Продолжение табл. 26

Тип	Наименование конструкции	Размер светопроема в *мм*	Применяемый материал
III	Зенитный фонарь точечного типа на основе железобетонной плиты покрытия 1,5×6 *м* с двухслойным куполом из органического стекла размером в свету 830×1450	830×1450	Двухслойный купол — из органического стекла ПА, ПБ толщиной 5 *мм* для наружного слоя и 3 *мм* для внутреннего. Опорный стакан может выполняться из железобетона, керамзитобетона, листовой стали, асбестоцемента, стеклопластика
IV	Зенитный фонарь точечного типа на основе железобетонной плиты покрытия 1,5×6 *м* с двухслойным куполом из органического стекла размером в свету 1200×1200 *мм*	1200×1200	Двухслойные элементы изготавливаются из органического стекла ПА, ПБ толщиной 5 *мм* для наружного слоя и 3 *мм* для внутреннего. Опорный стакан выполняется из листовой стали толщиной 2 *мм*
V	Зенитный фонарь точечного типа на основе железобетонной плиты покрытия 3×6 *м* с двухслойным куполом из органического стекла размером в свету 800×1510 *мм*	800×1510	Двухслойные элементы изготавливаются из органического стекла ПА, ПБ толщиной 6 *мм* для наружного слоя и 3 *мм* для внутреннего. Опорный стакан выполняется из листовой стали толщиной 2 *мм*

6.56. Выбор формы и типа конструкций зенитных фонарей должен производиться на основе технико-экономического сравнения различных вариантов с учетом:

а) климатических характеристик района строительства;

б) характеристики здания (назначение, высота, температурно-влажностный режим);

в) технологических возможностей получения светопрозрачных ограждений из пластмасс.

6.57. Конструкции зенитных фонарей должны быть универсальными и взаимозаменяемыми с глухими частя-

Таблица 27

Номенклатура экспериментальных конструкций зенитных фонарей, рекомендуемых для внедрения в промышленное строительство (конструкции с применением стеклопластиков) (см. рис. 44)

Тип	Наименование конструкции	Размер светопроема в *мм*	Применяемый материал
VII	Зенитный фонарь панельного типа с плоской клееной двухслойной панелью из стеклопластика	1540×6030	Светопрозрачная панель состоит из двух обшивок толщиной 2 *мм* и каркаса. Элементы каркаса могут выполняться из профилированного стеклопластика, алюминия, древесины. Опорная рама выполняется из железобетона или листовой стали
VIII	Зенитный фонарь панельного типа с криволинейной клееной двухслойной панелью из стеклопластика размером 1,5×6 *м*	1540×6030	Обшивка криволинейной панели — из светопрозрачного стеклопластика толщиной 2 *мм*. Опорный стакан выполняется из железобетона или листовой стали
IX	Зенитный фонарь панельного типа с плоской цельноформованной двухслойной панелью из стеклопластика	1540×5860	Светопрозрачная панель выполняется из монолитного стеклопластика толщиной 2 *мм*. Опорная рама — из железобетона
X	Зенитный фонарь точечного типа на основе плоской керамзитобетонной панели с двухслойным куполом из стеклопластика диаметром в свету 1500 *мм*	D=1500	Плоская панель изготавливается из армированного керамзитобетона объемным весом 1000 *кг/м*^{3}. Двухслойный купол выполняется из стеклопластика толщиной 2,5 *мм* для наружного слоя и 1,5 *мм* для внутреннего
XI	Зенитный фонарь ленточного типа из листовых волнистых светопрозрачных стеклопластиков	—	Волнистые листы выполняются из стеклопластика или органического стекла, укладываемого по стальным прогонам в сочетании с волнистыми асбестоцементными листами

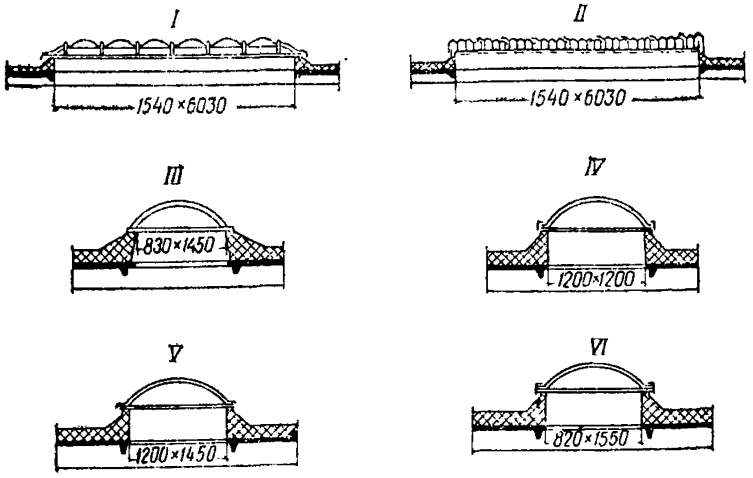


Рис. 43. Схемы зенитных фонарей с применением органического стекла, рекомендуемых для внедрения в промышленное строительство

I, *II* — панельного типа; *III*, *IV*, *V*, *VI* — точечного типа

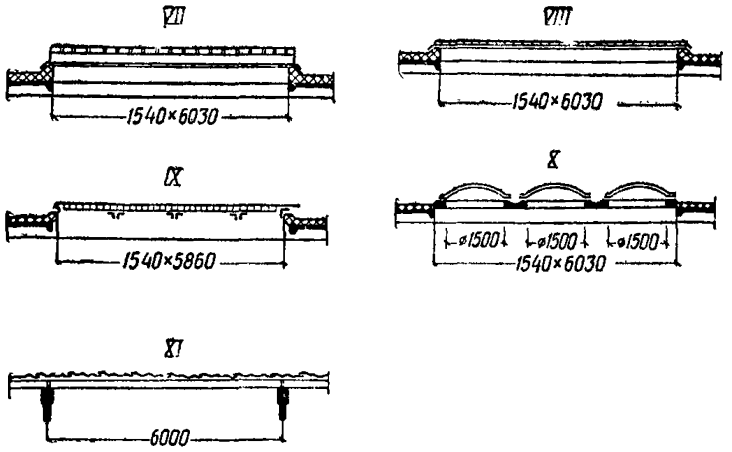


Рис. 44. Схемы зенитных фонарей с применением стеклопластиков, рекомендуемых для внедрения в промышленное строительство

VII, *VIII*, *IX* — панельного типа; *X* — точечного типа; *XI* — ленточного типа

ми покрытия. Они должны допускать свободное их расположение в покрытиях, это позволяет обеспечить на определенных участках производственных помещений световой поток необходимой интенсивности и направленности.

6.58. Конструкции зенитных фонарей из пластмасс должны удовлетворять требованиям унификации и стандартизации элементов ограждающих конструкций промышленных зданий.

6.59. Основными элементами зенитного фонаря панельного и ленточного типов являются светопрозрачная панель, опорная рама и стакан.

6.60. Светопрозрачные двухслойные панели из органического стекла рекомендуется выполнять из отдельных секций, состоящих из оболочек двоякой кривизны, склеенных между собой по контуру. Соединение секций между собой необходимо производить с помощью специальных накладок.

6.61. Для выполнения наружного слоя секций из органического стекла рекомендуется использовать листы:

а) для внешнего слоя толщиной 4—5 *мм*;

б) для внутреннего слоя толщиной 2—3 *мм*.

6.62. Для защиты помещений от инсоляции и диффузного распределения светового потока разрешается при соответствующем светотехническом обосновании применять светорассеивающее органическое стекло.

6.63. Светопрозрачные панели из стеклопластиков могут быть клееными и цельноформованными.

6.64. Обшивки двухслойных панелей из стеклопластиков выполняются из плоских листов толщиной 1,5—2,5 *мм*, накленных с двух сторон на каркас. Наружная и внутренняя обшивки панели могут иметь различную толщину. Светопропускание одного слоя обшивки должно быть не менее 70%.

6.65. Клееные панели из листовых стеклопластиков могут быть плоскими и криволинейными. При прочих равных условиях (экономических, эксплуатационных и др.) предпочтение следует отдавать панелям криволинейного очертания.

6.66. Светопрозрачными панелями из стеклопластиков рекомендуется перекрывать светопроемы шириной до 3 *м*.

6.67. В отапливаемых помещениях с точными работами (III и IV разряды) целесообразно применять двух-

слойные зенитные фонари из органического стекла, выполняемые из двух оболочек разной кривизны, скленных по периметру.

6.68. При выполнении куполов из органического стекла, полиэфирного стеклопластика и жесткого поливинилхлорида размеры назначаются:

для куполов из органического стекла и жесткого поливинилхлорида — в пределах размеров листового материала согласно действующим стандартам и техническим условиям;

для куполов из стеклопластиков — не более чем 3000×3000 *мм*.

6.69. Наружный слой куполов из органического стекла необходимо выполнять из листов толщиной 4 *мм*, для внутреннего слоя рекомендуется применять листы толщиной 2—3 *мм*.

6.70. Толщина сводов из стеклопластика принимается в пределах 1,5—2,5 *см* и должна в каждом конкретном случае определяться расчетом в зависимости от ширины перекрываемого пролета.

6.71. Для естественного освещения неотапливаемых зданий со скатными кровлями рекомендуется применять светопрозрачные ограждения из волнистых листов стеклопластика и органического стекла. Размеры и форма поперечного сечения таких листов выбираются с учетом их взаимозаменяемости с волнистыми асбестоцементными или металлическими листами.

6.72. Стыки волнистых листов, расположенные поперек ската, необходимо герметизировать сплошными прокладками из полос губчатой морозостойкой резины с объемным весом не более 200 *кг/м*^{3}. Листы, расположенные вдоль ската, следует соединять друг с другом на болтах с прокладкой между листами стеклопластика полос губчатой морозостойкой резины. Расстояние между болтами следует принимать равным 300 *мм*.

6.73. При выборе типа фонарей и их расположения в покрытии следует учитывать, что штучные зенитные фонари обеспечивают в многопролетных помещениях среднее значение коэффициента естественного освещения не более 5%, а панельного и ленточного типа фонари — не более 10%.

6.74. Конструкции зенитных фонарей из пластмассы следует осуществлять съемными для их очистки и замены.

РАЗДЕЛ II

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ВЛАЖНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ГЛАВА 7

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1. (СНиП II-А.7-62, п. 1.1). Нормы настоящей главы СНиП распространяются на теплотехнические показатели ограждающих конструкций (ограждений) зданий с заданными температурой и влажностью внутреннего воздуха.

Примечания: 1. Теплотехнические показатели ограждений зданий, к температурно-влажностному режиму которых предъявляются особые требования (холодильники, подземные помещения, здания с наличием агрессивных сред и пр.), следует определять с учетом дополнительных требований, предъявляемых к таким зданиям (или помещениям) по соответствующим нормативным документам.

2. В теплотехнических расчетах разрешается применять формулы, отличные от приведенных в настоящей главе, в случае достаточного их обоснования и с разрешения инстанции, утверждающей проект.

7.2. (СНиП II-А. 7-62, п. 1.2). Расчетные величины физических показателей основных строительных материалов и некоторых конструктивных элементов (или слоев) ограждений, необходимые при теплотехнических расчетах, надлежит принимать:

удельную теплоемкость c в *ккал/кг·град* и коэффициенты теплопроводности λ в *ккал/м·ч·град*, теплоусвоения S в *ккал/м²·ч·град* и паропроницаемости μ в *г/м·ч·мм рт. ст.* — по табл. 28[1] с учетом для коэффициентов λ и s условий эксплуатации по указаниям табл. 28а [2]: сопротивления воздухопроницанию $R_и$ в *м²·ч·мм вод. ст./кг* (см. приложение $V_а$), сопротивления паропроницанию $R_п$ в *м²·ч·мм рт. ст./г* (см. приложение $V_в$).

Примечание. Расчетные физические показатели строительных материалов и конструктивных элементов ограждений, не приведенных в табл. 28 [1], принимаются на основании экспериментальных данных.

Таблица 28[1]* (СНиП II-А.7-62, табл. 1)

Расчетные величины физических показателей строительных материалов (условия эксплуатации А и Б принимаются по табл. 28а [2])

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в кг/м³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, ккал/м·ч·град		Расчетный коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, ккал/м²·ч·град		Расчетный коэффициент паропроницаемости μ, г/м·ч·мм рт. ст.
		А	Б	А	Б	
I. Асбестоцементные изделия (удельная теплоемкость $c=0{,}2$ ккал/кг·град)						
Асбестоцементные плитки и листы	1900	0,25	0,30	4,98	5,45	0,0035
Асбестоцементные теплоизоляционные плиты	500	0,09	0,11	1,53	1,70	0,052
То же	300	0,07	0,08	1,04	1,12	0,052
II. Асфальтовые и битумные материалы (удельная теплоемкость $c=0{,}4$ ккал/кг·град)						
Асфальт в полах и стяжках	1800	0,65	0,65	11,00	11,00	0,001
Асфальтобетон	2100	0,90	0,90	14,00	14,00	0,001
Битум нефтяной	1050	0,15	0,15	4,05	4,05	0,001
III. Бетоны (удельная теплоемкость $c=0{,}2$ ккал/кг·град)						
Железобетон (из бетона, указанного в п. 8)	2500	1,20	1,40	12,50	13,40	0,004
Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	1,05	1,25	11,48	12,50	0,004
Бетон на кирпичном щебне	2000	0,80	0,90	9,12	9,80	0,007
Крупнопористый беспесчаный бетон на плотном заполнителе	1900	0,80	0,85	9,14	9,15	0,0275
То же	1600	0,55	0,60	6,76	7,05	0,030
Шлакобетон на топливных (котельных) шлаках и бетон на аглопорите	1800	0,70	0,75	8,10	8,40	0,010

* В квадратных скобках — номер таблиц СНиП.

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м*³	Расчетный коэффициент				
		теплопроводности λ, *ккал/м·ч·град*		теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		паропроницаемости *μ*, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
Шлакобетон на топливных (котельных) шлаках и бетон на аглопорите	1600	0,60	0,65	7,08	7,35	0,011
То же	1400	0,50	0,55	6,04	6,40	0,012
»	1200	0,40	0,45	5,00	5,30	0,014
»	1000	0,30	0,35	3,96	4,25	0,018
Шлакобетон на доменных гранулированных шлаках и малоклинкерном вяжущем	1800	0,50	0,55	6,85	7,20	0,011
То же	1600	0,45	0,50	6,10	6,45	0,012
»	1200	0,35	0,40	4,68	5,00	0,014
Термозитобетон (шлакопемзобетон)	1600	0,40	0,50	5,71	6,45	—
То же	1400	0,35	0,40	5,05	5,40	—
»	1200	0,30	0,35	4,33	4,68	—
Перлитобетон	1200	0,30	0,35	4,33	4,68	0,020
»	1000	0,23	0,28	3,46	3,82	0,025
»	800	0,18	0,22	2,74	3,02	0,035
»	600	0,12	0,15	1,93	2,16	0,040
Керамзитобетон	1800	0,65	0,70	7,82	8,10	0,012
»	1400	0,45	0,50	5,73	6,05	0,013
»	1200	0,35	0,40	4,68	5,00	0,014
»	1000	0,25	0,30	3,61	3,95	0,018
»	800	0,20	0,25	2,89	3,22	0,025
»	600	0,15	0,20	2,16	2,50	0,035
»	400	0,12	0,15	1,58	1,75	0,045
Бетоны ячеистые (газобетон, пенобетон, газосиликат, пеносиликат)	1000	0,30	0,35	3,96	4,25	0,015
То же	800	0,22	0,25	3,02	3,20	0,018
»	600	0,16	0,18	2,24	2,35	0,023
»	400	0,11	0,12	1,51	1,58	0,030
»	300	0,10	0,11	1,25	1,30	0,035
Газозолобетон и пенозолобетон	1200	0,35	0,40	4,65	4,95	0,010

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент				
		теплопроводности λ, *ккал/м·ч·град*		теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		паропроницаемости μ, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
Газозолобетон и пенозолобетон	1000	0,30	0,35	3,96	4,25	0,013
То же	800	0,25	0,30	3,23	3,51	0,016
IV. Вата минеральная и стеклянная и изделия из нее (удельная теплоемкость *c*=0,18 *ккал/кг·град*)						
Вата минеральная . .	150	0,045	0,06	0,56	0,65	0,065
» стеклянная . . .	100	0,04	0,05	0,43	0,48	0,065
Войлок минераловатный	150 и менее	0,05	0,055	0,59	0,62	0,065
Маты минераловатные в бумажной обкладке .	200	0,055	0,06	0,73	0,75	0,009
Плиты минераловатные на битумной связке	400	0,08	0,10	1,23	1,37	0,045
То же	300	0,07	0,08	0,99	1,06	0,055
Плиты минераловатные на синтетической связке	200	0,05	0,06	0,69	0,75	0,065
V. Газостекло, пеностекло, пеноглинит и стекло (удельная теплоемкость *c*=0,2 *ккал/кг·град*)						
Газостекло или пеностекло	400	0,10	0,12	1,44	1,58	0,003
То же	300	0,09	0,10	1,18	1,25	0,003
Плиты пеноглинитные	500	0,15	0,17	1,97	2,10	0,020
То же	400	0,10	0,12	1,44	1,58	0,025
Стекло оконное . . .	2500	0,65	0,65	9,20	9,20	0
VI. Гипсовые изделия и материалы (удельная теплоемкость *c*=0,2 *ккал/кг·град*)						
Плиты и камни из чистого гипса	1100	0,30	0,35	4,14	4,45	0,014
Плиты гипсовые с органическими наполнителями[1]	700	0,18	0,20	2,56	3,00	0,025

[1] Для плит гипсовых с органическими наполнителями *c*=0,25 *ккал/кг·град*.

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент				
		теплопроводности, λ *ккал/м·ч·град*		теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) s, *ккал/м²·ч·град*		паропроницаемости μ, *г/м·ч·мм рт.ст.*
		А	Б	А	Б	
Гипсобетон на доменных гранулированных шлаках	1000	0,28	0,32	3,82	4,00	0,020
Гипсобетон на топливных (котельных) шлаках	1300	0,40	0,48	5,20	5,55	0,014
Пеногипс и газогипс .	500	0,11	0,16	1,69	2,05	0,050
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)[1]	1000	0,17	0,20	2,97	3,50	См. гл. прилож. Va
VII. Грунтовые материалы (удельная теплоемкость $c=0{,}2$ *ккал/кг·град*)						
Глинобитные или сырцовые стены	2000	0,70	0,80	8,54	9,10	0,013
Саманные стены[2]	1600	0,50	0,60	6,45	7,90	0,023
Смазка глино-песчаная	1800	0,50	0,60	6,84	7,50	0,013
Смазка глино-шлаковая	1300	0,40	0,45	5,20	5,40	0,020
Смазка глино-опилочная[3]	800	0,20	0,25	2,89	3,95	0,025
Засыпка из сухого песка	1600	0,40	0,50	5,77	6,45	0,022
Грунт растительный под зданием	1800	0,90	1,00	9,18	9,70	—
VIII. Дерево и изделия из него (удельная теплоемкость $c=0{,}6$ *ккал/кг·град*)						
Сосна и ель поперек волокна	550	0,12	0,15	3,21	3,60	0,0082
То же, вдоль волокна	550	0,25	0,30	4,64	5,00	0,043
Дуб поперек волокна .	800	0,15	0,20	4,34	5,00	0,0075
То же, вдоль волокна .	800	0,30	0,35	6,14	6,60	0,040
Фанера клееная . . .	600	0,13	0,15	3,48	3,75	0,003

[1] Для гипсовой штукатурки (сухой) $c=0{,}24$ *ккал/кг·град*.
[2] Для саманных стен $c=0{,}25$ *ккал/кг·град*.
[3] Для глино-опилочной смазки $c=0{,}3$ *ккал/кг·град*.

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, *ккал/м·ч·град*		Расчетный коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		Паропроницаемости μ, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
Ксилолит лицевой [1]	1800	0,65	0,70	13,50	14,00	0,012
Ксилолит подстилающий [2]	1000	0,25	0,30	5,70	6,25	0,017
Опилки древесные	250	0,06	0,08	1,53	1,75	0,035
Фибролит цементный [2]	600	0,15	0,20	3,40	3,90	0,014
То же	350	0,10	0,13	2,30	2,60	0,035
»	300	0,09	0,12	1,87	2,12	0,040
Плиты древесноволокнистые	1000	0,24	0,29	6,12	6,75	0,016
То же	600	0,11	0,14	3,21	3,60	0,015
»	200	0,05	0,06	1,25	1,37	0,032
Листы древесноволокнистые жесткие (сухая органическая штукатурка)	700	0,15	0,18	4,05	4,45	0,010
Арболит на древесных отходах	700	0,18	0,23	4,25	4,55	—
То же	600	0,15	0,19	3,50	4,10	0,0134
»	500	0,12	0,15	2,60	3,10	—

IX. Засыпки теплоизоляционные
(удельная теплоемкость $c=0{,}2$ *ккал/кг·град*)

Шлак топливный	1000	0,20	0,25	3,23	3,63	0,026
То же	700	0,15	0,19	2,34	2,60	0,029
Шлак доменный гранулированный	900	0,18	0,22	2,90	3,20	0,027
То же	500	0,12	0,14	1,77	1,90	0,031
Керамзит	900	0,30	0,35	3,75	4,05	0,028
То же	500	0,15	0,18	1,97	2,16	0,040
»	300	0,11	0,13	1,31	1,42	0,050

[1] Для ксилолита лицевого $c=0{,}4$ *ккал/кг·град*.

[2] Для ксилолита подстилающего и фибролита цементного $c=0{,}5$ *ккал/кг·град*.

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент теплопроводности, λ, *ккал/м·ч·град*		Расчетный коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		Расчетный коэффициент паропроницаемости, μ *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
Пемза или туф (засыпки)[1]	600	0,15	0,20	2,65	3,05	0,035
То же	400	0,12	0,15	1,94	2,15	0,045
Перлит вспученный .	250	0,05	0,08	0,81	1,02	—
Вермикулит вспученный	300	0,09	0,12	1,18	1,37	—
Трепелы (диатомиты) .	700	0,16	0,18	2,41	2,56	—
То же	500	0,12	0,15	1,77	1,97	—
X. Камни естественные (удельная теплоемкость $c=0{,}22$ *ккал/кг·град*)						
Мрамор, гранит, базальт	2800	2,80	3,00	21,20	21,90	0,0015
Песчаники и кварциты	2400	1,50	1,75	14,35	15,50	0,005
Известняки	2000	0,90	1,00	10,15	10,80	0,008
То же	1700	0,70	0,80	8,25	8,80	0,010
Известняк-ракушечник	1400	0,50	0,55	6,34	6,65	0,020
Туф известняковый .	1300	0,40	0,45	5,45	5,80	0,020
» артикский . . .	1300	0,28	0,30	4,35	4,50	0,013
» ереванский . . .	1600	0,36	0,40	5,35	5,75	0,011
» фельзитовый . .	2000	0,84	0,89	9,35	9,55	0,010
Кладка на тяжелом растворе из камня правильной формы при объемном весе камня:						
$\gamma=2800$ *кг/м³* . . .	2680	2,55	2,75	19,75	20,60	0,0028
$\gamma=2000$ » .	1960	0,87	0,97	9,90	10,40	0,0086
$\gamma=1200$ » . .	1260	0,39	0,44	5,30	5,65	0,0175
Кладка на тяжелом растворе из камня неправильной формы при объемном весе камня:						
$\gamma=2800$ *кг/м³* . .	2420	2,05	2,20	16,80	17,50	0,0055
$\gamma=2000$ » . .	1900	0,81	0,91	9,40	9,90	0,0098
$\gamma=1200$ » .	1380	0,46	0,52	6,03	6,40	0,0162

[1] Для засыпки из пемзы и туфа $c=0{,}3$ *ккал/кг·град.*

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, *ккал/м·ч·град*		Расчетный коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		Расчетный коэффициент паропроницаемости μ, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
XI. Кирпичная кладка (удельная теплоемкость $c=0{,}21$ *ккал/кг·град*)						
Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного обожженного кирпича на тяжелом растворе . . .	1800	0,60	0,70	7,70	8,30	0,014
То же, на легком растворе объемным весом 1400 *кг/м³*	1700	0,55	0,65	7,15	7,75	0,016
Кладка из силикатного кирпича на любом растворе[1]	1900	0,65	0,75	8,20	8,85	0,014
Кладка из пористого кирпича при объемном весе его 1300 *кг/м³*, а также из семищелевых керамических камней, облицовочных камней и дырчатого кирпича с 31 отверстием на тяжелом растворе	1400	0,45	0,55	5,86	6,50	0,018
Кладка из дырчатого кирпича со 105 отверстиями на тяжелом растворе	1300	0,40	0,45	5,32	5,65	0,020
То же, с 60 отверстиями на тяжелом растворе	1300	0,45	0,50	5,65	6,00	0,020
Кладка из трепельного кирпича при объемном весе его 1000 *кг/м³* на тяжелом растворе . . .	1200	0,40	0,45	5,12	5,45	0,025
Кладка из шлакового кирпича при объемном весе его 1400 *кг/м³* на тяжелом растворе . . .	1500	0,55	0,60	6,72	7,00	0,014

[1] См. новые данные в табл. 28б.

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м³*	Расчетный коэффициент				
		теплопроводности λ, *ккал/м·ч·град*		теплоусвоения (при периоде 24 *ч*) *s*, *ккал/м²·ч·град*		паропроницаемости *p*, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
XII. Металлы (удельная теплоемкость $c=0{,}115$ *ккал/кг·град*)						
Сталь строительная	7850	50	50	108,40	108,40	0
Чугунные детали	7200	43	43	96,40	96,40	0
Алюминий	2600	190	190	121,50	121,50	0
XIII. Органические волокнистые теплоизоляционные изделия и материалы						
Соломит и плиты стрэмит	250	0,07	0,09	1,48	1,68	0,060
Камышит	350	0,08	0,12	1,70	2,10	0,060
»	250	0,06	0,08	1,25	1,45	0,065
Войлок строительный	150	0,04	0,05	0,79	0,88	0,045
Пакля	150	0,04	0,06	0,79	0,97	0,065
Плиты торфоизоляционные	250	0,05	0,065	1,15	1,30	0,025
XIV. Пластмассы и полимеры пористые (удельная теплоемкость $c=0{,}35$ *ккал/кг·град*)						
Мипора	20	0,04	0,04	0,27	0,27	0,075
Пенопласт ПХВ	190	0,05	0,05	0,93	0,93	—
» ПС	70	0,04	0,04	0,50	0,50	—
Стиропор	30	0,04	0,04	0,33	0,33	0,008
XV. Растворы строительные и штукатурка (удельная теплоемкость $c=0{,}2$ *ккал/кг·град*)						
Цементно-песчаный раствор или штукатурка из него	1800	0,65	0,80	7,80	8,65	0,012
Сложный раствор (песок : известь : цемент) или штукатурка из него	1700	0,60	0,75	7,28	8,15	0,013

Продолжение табл. 28[1]

Наименование материалов	Средний объемный вес в конструкции в *кг/м*³	Расчетный коэффициент теплопроводности, λ, *ккал/м·ч·град*		Расчетный коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч) *s*, *ккал/м²·ч·град*		Расчетный коэффициент паропроницаемости μ, *г/м·ч·мм рт. ст.*
		А	Б	А	Б	
Известково-песчаный раствор или штукатурка из него	1600	0,60	0,70	7,06	7,65	0,016
Штукатурка известково-песчаным раствором по драни	1400	0,45	0,55	5,73	6,35	0,016
Цементно-шлаковый раствор	1400	0,45	0,55	5,73	6,35	0,015
То же	1200	0,40	0,45	5,00	5,30	0,018
XVI. Рулонные материалы (удельная теплоемкость $c=0{,}35$ *ккал/кг·град*)						
Линолеум	1800	0,33	0,33	7,35	7,35	0,0002
»	1600	0,28	0,28	6,40	6,40	0,0002
»	1350	0,20	0,20	5,00	5,00	0,0002
»	1100	0,16	0,16	4,00	4,00	0,0002
Картон	1000	0,18	0,20	4,05	4,25	См. прилож. $V_В$
То же	700	0,13	0,15	2,88	3,10	То же
Релин	1200	0,19	0,19	4,60	4,60	0,0002
Рубероид, пергамин, толь	600	0,15	0,15	2,85	2,85	См. прилож. $V_В$

Примечания: 1. В случаях, когда объемные веса материалов отличаются от приведенных в табл. 28 [1] расчетные физические показатели для них определяются интерполяцией соответственно объемным весам, указанным в таблице, или устанавливаются на основании экспериментальных данных.

2. При изменении расчетных величин коэффициентов теплопроводности материалов против указанных в табл. 28 [1] коэффициенты теплоусвоения их *s* надлежит определять расчетным путем по формуле $s=0{,}5\sqrt{\lambda c\gamma}$.

Таблица 28а [2] (СНиП II-А.7-62, табл. 2)

Данные по выбору расчетных значений λ и s, приведенных в табл. 28 [1], в зависимости от условий эксплуатации

Влажностный режим помещений		Выбор граф λ и s в табл. 28[1] в зависимости от зон влажности (по схематической карте рис. 1 в СНиП II-А.7-62)		
наименование	относительная влажность в помещении в %	зона сухая	зона нормальная	зона влажная
Сухой	Менее 50	По графе А	По графе А	По графе Б
Нормальный	50—60	» » А	» » Б	» » Б[1]
Влажный	61—75	» » Б	» » Б[1]	» » Б[1]
Мокрый	Более 75	» » Б[1]	» » Б[1]	» » Б[1]

[1] Приведенные в графах Б табл. 28[1] расчетные значения коэффициентов λ следует повышать на 10%, а коэффициентов S — на 5% для наружных ограждающих конструкций, выполняемых из медленно высыхающих материалов (например, стены сплошной кладки из силикатного кирпича или блоков, шлакобетона, гипсобетона, золобетона, газозолобетона, газозолосиликата, перлитобетона, трепельного кирпича, торфоизоляционных плит), при этом для ограждающих конструкций животноводческих зданий такое повышение значений λ и S ограничивается условиями, отмеченными в табл. 28а ниже жирной линии.

Пример к табл. 28а [2].

Определить расчетное значение λ шлакобетона на топливных шлаках с $\gamma=1000$ *кг/м*^{3} для жилого помещения в Ташкенте. Влажностный режим помещения нормальный ($\varphi=55\%$). По схематической карте территории СССР (см. рис. 1 в главе СНиП II-А.7-62) находим, что Ташкент расположен в сухой зоне. Поэтому по табл. 28 [1] следует принять расчетный коэффициент для условий А $\lambda=0{,}3$ *ккал/м · ч · град*.

Таблица 28б

Расчетные величины коэффициента теплопроводности некоторых материалов в наружных ограждающих конструкциях (согласно результатам последних исследований)

№ п/п	Наименование материала	Объемный вес в сухом состоянии в *кг/м³*	Расчетная величина коэффициента теплопроводности λ в *ккал/м·ч·град* при условиях эксплуатации	
			А	Б
1	Бетон силикатный на кварцевом песке	2200	1,20	1,4
		2000	1,10	1,20
		1800	1,00	1,10
2	Бетон силикатный на аглопорите	1400	0,45	0,50
		1200	0,40	0,45
3	Бетон на вулканическом шлаке Кармрашенского месторождения Армянской ССР	1000	0,25	0,30
		900	0,22	0,25
		800	0,20	0,23
4	Газолёссосиликат	1000	0,27	—
5	Газосиликат с аглопоритом	800	0,25	0,30
6	Кладка из пористо-щелевых керамических камней	1000	0,35	0,40
7	Кладка из силикатного кирпича на любом растворе (рекомендуется в отличие от СНиП)	1900	0,80	0,90
	Засыпки			
8	Аглопорит	800	0,14	0,18
9	Вулканический шлак Кармрашенского месторождения Армянской ССР	400	0,12	0,15
10	Шлаковая пемза (термозит)	1000	0,16	0,21
		800	0,13	0,17

Примечание. В засыпке фракции менее 1,2 *мм* не допускаются.

ГЛАВА 8

РАСЧЕТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

8.1. (СНиП II-А.7-62, п. 2.1). Расчетную зимнюю температуру наружного воздуха $t_н$ в *град* при теплотехнических расчетах наружных ограждений следует принимать по графам 19 и 20 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования» с учетом следующих указаний:

а) для ограждений «массивных» — среднюю температуру наиболее холодной пятидневки;

б) для ограждений «легких» — среднюю температуру наиболее холодных суток;

в) для ограждений «средней массивности» — среднюю из указанных в подпунктах «а» и «б» двух температур.

Примечание. Для перекрытий над подвалами и подпольями расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки независимо от степени массивности перекрытия.

Пример 1. Город Сочи находится в Краснодарском крае РСФСР. В табл. 1, графа 19, СНиП II-А.6-62 находим, что расчетная зимняя температура наружного воздуха для массивных ограждающих конструкций равна — 2° С, для легких — 9° С, для ограждающих конструкций средней массивности с точностью до целого градуса

$$t_н = \frac{(-9°)+(-2°)}{2} = -5{,}5° \approx 6°\text{C}.$$

В случае отсутствия географического пункта в табл. 1 СНиП II-А.6-62 расчетная зимняя температура наружного воздуха определяется по следующим формулам: $t_н = 1{,}125t_х + T$ — для массивных ограждающих конструкций; $t_н = 1{,}146t_х + T_1$ — для легких конструкций,

где $t_х$ — средняя температура самого холодного месяца согласно климатическим справочникам или данным местных управлений Гидрометеослужбы;

T и T_1 — постоянные (в *град*), принимаемые по табл. 1 СНиП II-А.6-62 в соответствии с районом расположения пункта на схематических картах (рис. 1 и 2 главы СНиП II-А.6-62).

Пример 2. Для города Углича Ярославской области РСФСР по климатологическому справочнику СССР или данным местных управлений Гидрометеослужбы находим температуру воздуха самого холодного месяца $t_х = -10{,}4°$ С. По карте районирования СССР

(рис. 1 СНиП II-А.6-62) находим, что Углич расположен в I районе, для которого постоянная величина $T=-14{,}9°$ С (табл. А СНиП II-А.6-62). Откуда расчетная зимняя температура для массивных ограждающих конструкций $t_н=1{,}125\ (-10{,}4°)+(-14{,}6°)=-26{,}3°$ С.

Для легких ограждений по карте районирования СССР (рис. 2 СНиП II-А.6-62) находим, что Углич расположен в I районе, для которого $T_1=-19{,}5°$ С. По формуле $t_н=1{,}146t_x+T_1$ находим, что расчетная зимняя температура наружного воздуха для легких ограждающих конструкций $t_н=-31{,}4°$ С.

8.2. (к п. 2.3, СНиП II-А.7-62). Для оценки влияния климата южных районов СССР на ограждающие конструкции зданий (см. раздел 4 главы СНиП II-А.7-62) следует летнюю температуру наружного воздуха принимать равной средней температуре в 13 *ч* самого жаркого месяца по графе 18 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62. Например, для города Челябинска температура воздуха в 13 *ч* самого жаркого месяца равна 22,8° С.

8.3 (к п. 2.5, СНиП II-А.7-62). Расчетную зимнюю скорость ветра следует определять по приложению к табл. 5 главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения».

Пример 3. Для города Джизак, Самаркандской обл., Узбекской ССР:

$v=3{,}3$ *м/сек* для зданий высотой 15—30 *м*;

$v=1{,}15\cdot 3{,}3=3{,}8$ *м/сек* для зданий высотой 31—50 *м*;

$v=1{,}4\cdot 3{,}3=4{,}6$ *м/сек*.

В случае отсутствия в табл. 5 главы СНиП II-А.6-62 географического пункта расчетную зимнюю скорость ветра можно получить из данных Гидрометеослужбы с учетом повторяемости и средней скорости ветра по 8 румбам. Берутся средние значения из тех величин скорости, повторяемость которых составляет 16% и более.

Пример 4. Из материалов Гидрометеослужбы в Иркутске в январе средняя скорость ветра по 8 румбам и повторяемость представляются в следующем виде:

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Скорость ветра в *м/сек*	1,4	1,3	1,3	3,2	2,1	1,1	2,2	2,9
Повторяемость в %	7	8	16	39	6	1	3	20

Повторяемость в 16% и более наблюдается для В, ЮВ и СЗ направлений ветра. По величинам скорости, соответствующим этим румбам, находим среднюю: $v=\dfrac{1{,}3+3{,}2+2{,}9}{3}=2{,}5$ *м/сек*.

Расчетную летнюю скорость ветра следует принимать по табл. 5 главы СНиП II-А.6-62, выбирая скорость ветра, наименьшую для 8 румбов за июль месяц.

Пример 5. Для г. Орджоникидзе, Северо-Осетинской АССР, выбирая из граф 11—18 табл. 5 наименьшую величину скорости ветра, находим, что $v=2{,}2$ *м/сек*.

8.4 (к п. 7.4 СНиП II-А.7-62). Среднее за год парциальное давление (в СНиП принято также название «упругость водяного пара») $e_н$ водяного пара наружного воздуха в *мм рт. ст.* принимается по табл. 3 главы СНиП II-А.6-62, графы 2—13.

Пример 6. Для Ялты, Крымской области, Украинской ССР, среднее за год $e_н = \frac{4{,}7+4{,}4+5{,}2+6{,}4+9{,}3+11{,}8+13{,}3+12{,}5+}{12} \rightarrow$

$$\rightarrow \frac{+10{,}3+8{,}8+6{,}6+5{,}4}{12} = 8{,}2 \text{ мм рт. ст.}$$

Среднее парциальное давление водяного пара за зимний период определяется для месяцев со средней температурой ниже —5° С. Если среднее $e_н$ за зимний период оказывается выше 0,9 $E_н$ при температуре, соответствующей средней за зимний период, то $e_н$ принимается равным 0,9 $E_н$.

Пример 7. В Новосибирске зимний период со среднемесячными температурами ниже —5° С составляет 5 месяцев (ноябрь — март). Средняя температура этих месяцев равна —14,6° С. Максимальное парциальное давление водяного пара при этой температуре $E_н = 1{,}29$ *мм рт. ст.* Среднее парциальное давление водяного пара за эти же месяцы $e_н = 1{,}6$ *мм рт. ст.*, т. е. выше максимального. В этом случае величину $e_н$ следует принимать равной:

$$0{,}9 \cdot 1{,}29 = 1{,}16 \text{ мм рт. ст.}$$

Условная (нередко называется «суммарной» или «эквивалентной») средняя температура $t_{у.ср}$ за любой период года вычисляется с учетом влияния солнечной радиации по формуле $t_{у.ср} = t_{ср} + \frac{I\rho}{\alpha_н}$,

где t — средняя температура соответствующего периода;

I — средняя солнечная радиация за любой период года (определяется по табл. 4 и приложению к табл. 4 главы СНиП II-А.6-62, а также по рис. 45, 46 настоящего Пособия);

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации поверхности;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи поверхности.

8.5. В развитие главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика» даются сведения о величине солнечной радиации.

1. На рис. 45 для 38 и 56° северной широты даются ежечасные величины прямой солнечной радиации при безоблачном небе на вертикальные поверхности шести

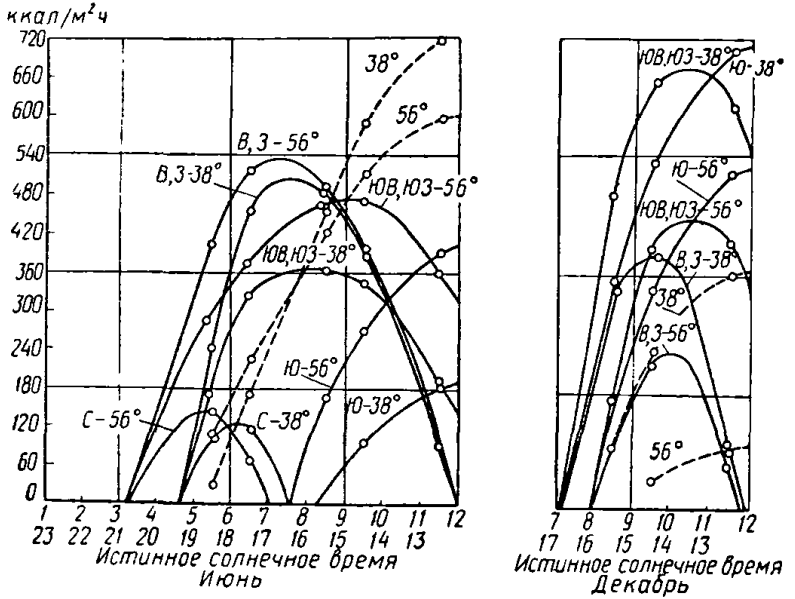


Рис. 45. Суточный ход интенсивности прямой солнечной радиации, поступающей при безоблачном небе на вертикальные поверхности различной ориентации в июне и декабре для широт 38 и 56°.

——— прямая радиация на вертикальные поверхности; — — — — прямая радиация на горизонтальную поверхность

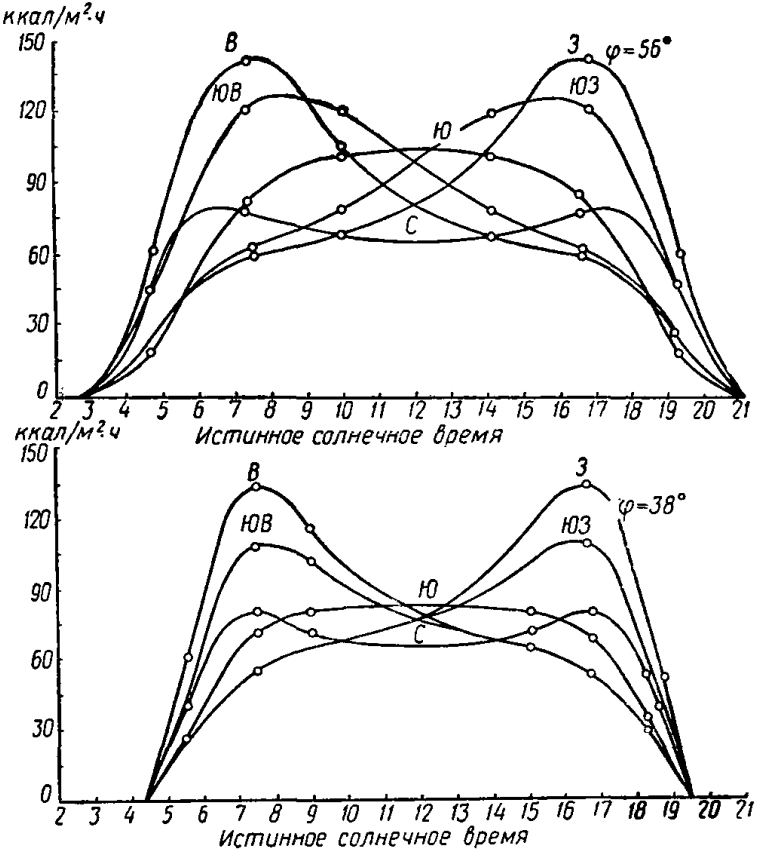


Рис. 46. Суточный ход интенсивности рассеянной радиации, поступающей при безоблачном небе на вертикальные поверхности различной ориентации в июне для широт 38 и 56° (справа)

основных ориентаций (С, Ю, З, В, ЮЗ, ЮВ) в июне и декабре.

Пример 8. Интенсивность прямой радиации на стены ЮВ(ЮЗ) ориентации для Москвы ($\varphi=56°$) в 9 *ч* (15 *ч*) в июне равна 480 *ккал/м²·ч*, в декабре — 310 *ккал/м²·ч*.

2. На рис. 46 показаны ежечасные значения рассеянной солнечной радиации для 38 и 56° северной широты в

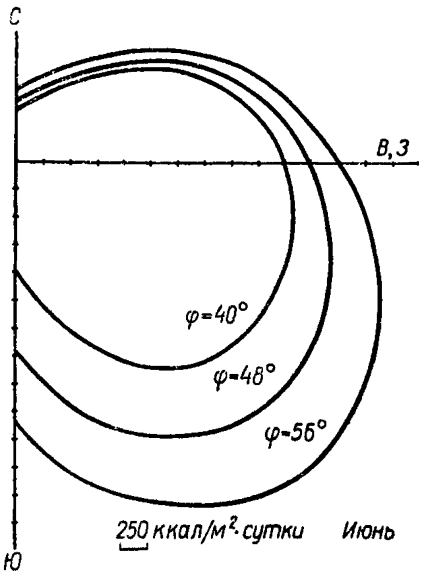


Рис. 47. Суточные суммы прямой солнечной радиации, поступающей при безоблачном небе на вертикальные поверхности различной ориентации в июне для широт 40, 48 и 56°

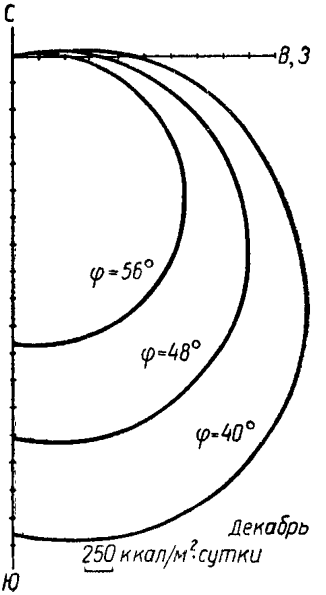


Рис. 48. Суточные суммы прямой солнечной радиации, поступающей при безоблачном небе на вертикальные поверхности различной ориентации в декабре для широт 40, 48 и 56°

июне при безоблачном небе на вертикальные поверхности основных ориентаций (С, Ю, З, В, ЮЗ, ЮВ).

3. Данные о величине суточных сумм прямой солнечной радиации при безоблачном небе в июне и декабре на вертикальные поверхности любой ориентации для 40—56° северной широты приведены на рис. 47 и 48.

Пример 9. Суточная сумма прямой солнечной радиации на западную и восточную вертикальные поверхности для Москвы ($\varphi=56°$) равна в июне $250\cdot12=3000$ *ккал/м²·сутки*; в декабре $250\cdot2=500$ *ккал/м²·сутки* (см. рис. 47 и 48). На ю.-з. и ю.-в. поверхности поступает в июне $250\cdot15{,}5=3875$ *ккал/м²·сутки*; в декабре — $250\times8{,}8=2200$ *ккал/м²·сутки*.

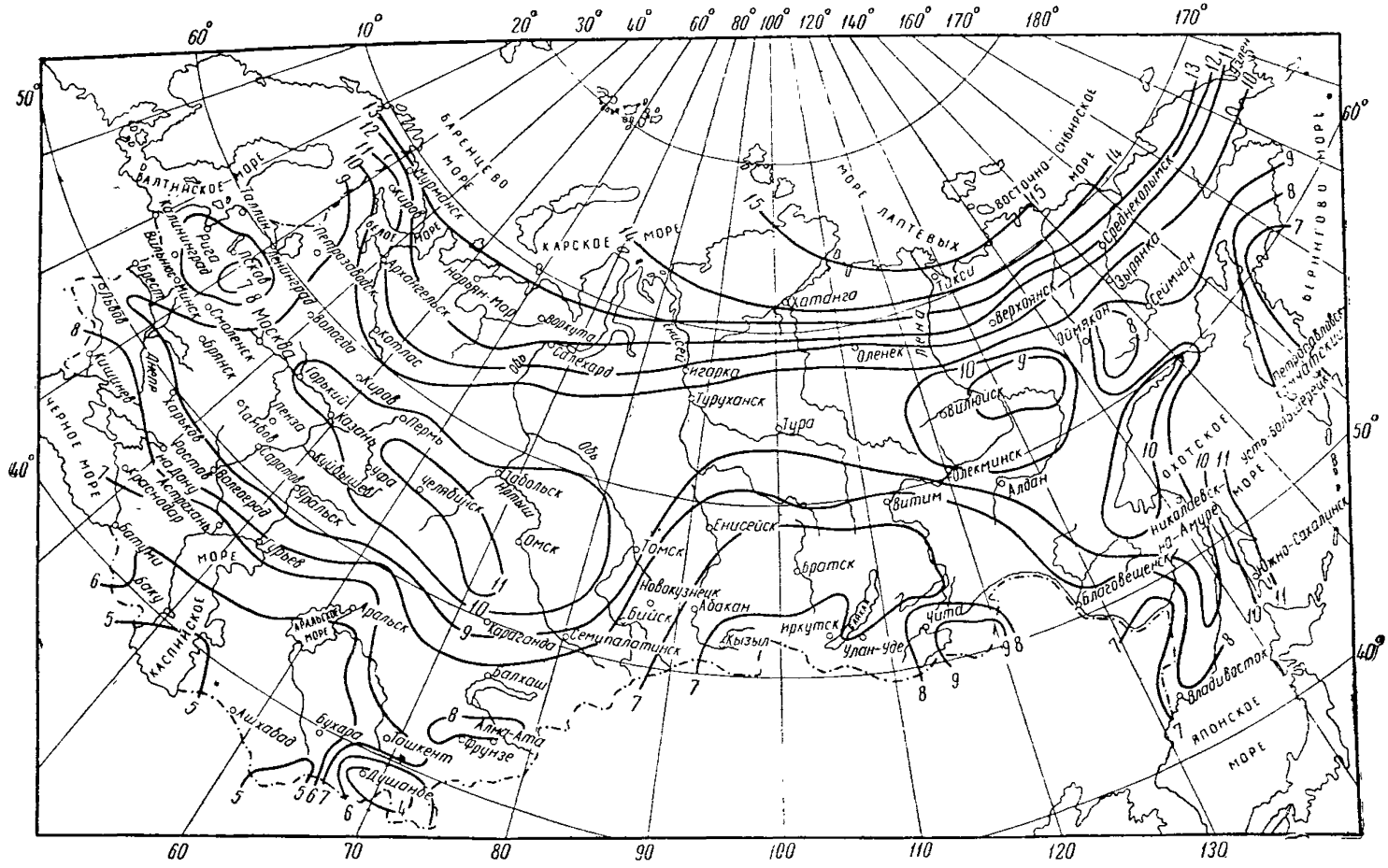


Рис. 49. Карта разностей между максимальной среднемесячной и максимальной среднесуточной температурами воздуха (для определения расчетной летней однодневки)

4. Предлагается метод определения расчетной летней однодневки. На карте (рис. 49) представлены средние разности между максимальной среднемесячной и максимальной среднесуточной (при условии ее 16% обеспеченности) температурами воздуха. С помощью предлагаемой карты может быть определена величина расчетной температуры самых жарких суток (однодневка) для любого пункта Советского Союза.

Пример 10. Для Москвы средняя месячная температура воздуха самого жаркого месяца (июль) равна 17,8° С, величина разности, снятая с карты, для Москвы составляет 9,2°; расчетная летняя однодневка будет 17,8°+9,2°=27° С.

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ

8.6. (к п. 2.4, СНиП II-А.7-62). Расчетные температура и влажность внутреннего воздуха, $t_в$ и $\varphi_в$ в рабочей зоне отапливаемых помещений принимается для холодного периода года по нормам проектирования соответствующих зданий, а для производственных зданий — согласно технологическим требованиям.

Примечания: 1. В помещениях с выделениями производственного тепла, но с наличием дежурного (аварийного) отопления температура внутреннего воздуха принимается равной +10° С.

2. В помещениях с выделениями тепла на отдельных участках (занимающих менее 20—30% площади пола и не изолированных от остального объема помещения) принимается средняя температура и наиболее высокая влажность воздуха в большей части помещения.

8.7. Температура внутреннего воздуха для верхней зоны помещений в отапливаемых помещениях с высотой:

а) менее 6 *м* и в помещениях многоэтажных зданий принимается равной температуре в рабочей зоне;

б) более 6 *м* и в помещениях с выделениями тепла принимается согласно требованиям технологического процесса и в соответствии с эффективностью проектируемых вентиляционных и аэрационных устройств.

8.8. Для помещений с периодическими повышениями температуры и влажности принимаются средние значения температурно-влажностных параметров. Расчет конденсации влаги на поверхности конструкций производится при наиболее высоком значении относительной влажности воздуха, возможном в данном помещении.

Примечание. В помещениях с периодическими интенсивными выделениями лучистого тепла кроме изменения температуры и влажности внутреннего воздуха должна быть максимальная температура внутренней поверхности ограждающих конструкций с целью защиты их от чрезмерного нагрева и разрушения.

Таблица 29

Параметры внутреннего воздуха в промышленных зданиях

Группа I помещений (при $t_в \leqslant 16°$ С, $\varphi < 50\%$)	
Авторемонтные цехи	Отделка сортопрокатных и рельсобалочных цехов . . . . .
Автокар-депо »	
Анодных печей »	Насосные холодной воды
Арматурные заводы	Подбункерные помещения
Вальцетокарные цехи	
Вискозные цехи	
Гаражи-стоянки	Подготовка целлюлозы
Деревообделочные цехи	Приготовление вискозы
Деревоперерабатывающие цехи	Приготовление отделочных растворов
Дробильно - сортировочные цехи	
Инструментальные цехи	Ремонт вагонов-весов депо
Кальцинации цехи	Ремонтные цехи
Кислотные цехи	Сварочные цехи
	Склады отапливаемые
Корпусные »	Садовых баков и насосов помещения
Литейные цехи	Трубоотделочные цехи
Малярные цехи с кистьевой окраской	Товарного бетона и растворов цехи
	Холодного волочения и прокатки труб
Машинные отделения	Электросварочных труб цехи
Металлоконструкции цехи	Укупорочные цехи
Механические цехи	
Модельные »	

Группа II помещений (при $t_в \leqslant 16°$ С, $\varphi = 50, 60\%$)	
Абсорбации и дисцилляции цехи	Малярные цехи с пульверизационной окраской ($t_в = 18°$ С, $\varphi = 60\%$)
Аккумуляторные помещения	
Армопенобетонных и армопеносиликатных плит и изделий цехи	Минеральной ваты цехи
	Отделочные цехи
Архитектурных изделий цехи	Пенобетонные и пеносиликатные цехи
Бетонов ячеистых цехи	
Высоконапорных труб цехи	
Гальванические цехи ($t_в = 18°$ С, $\varphi = 60\%$)	Пропиточные цехи
	Прядильные штапельного волокна цехи
Глины приготовления цехи	Травильные, оцинковочные, лудильные и никелировочные цехи ($t_в = 10°$ С, $\varphi = 60\%$)
Гипсолитовых и гипсошлаковых изделий цехи	
Железобетонных изделий цехи	Рассолоочистки цехи
	Струнобетонные »

Продолжение табл. 29

Группа II помещений (при $t_в \leqslant 16°$ С, $\varphi = 50,60\%$)	
Карбонизации цехи	Фильтровально - сушильные цехи
Механические цехи (при работе большинства станков с эмульсией)	Щелочных плавов цехи Электролитоохлаждения цехи
Группа III помещений (при $t_в = 20°$ С, $\varphi = 45\%$)	
Бандажные цехи Блюмингов отделения Горячей штамповки цехи » прокатки станы (рельсобалочные, крупносортные, среднесортные, мелкосортные, проволочные, тонколистовые, среднелистовые и др.)	Калибровочные цехи Колесопрокатные Кузнечные цехи мелкие и средние Прессовые цехи горячие Рельсовых скреплений цехи Слябингов отделения Термические цехи
Группа IV помещений (при $t_в = 18°$ С, $\varphi < 60\%$; конденсация влаги на ограждениях не допускается)	
Бумажных машин залы Выщелачивания огарков цехи Выщелачивания окислов цехи Диссольверные цехи Кадмиево-купоросные цехи Компрессорные отделения Красильные цехи Кондиционирования шелка камеры Крутильные цехи Купоросные »	Потальные цехи Переметочные цехи Прядильные цехи Ткацкие цехи Электролитные цехи Электролиза цинка цехи
Группа V помещений (при $t_в \geqslant 18°$ С, $\varphi > 60\%$; конденсация влаги допускается)	
Камеры запаривания кислого волокна Бани	Кожевенные цехи Душевые
Группа VI помещений (при $t_в \leqslant 25°$ С, $\varphi \leqslant 30\%$)	
Бессемеровские, томасовские цехи	Остывочные отделения литейных Отжиговые цехи

Продолжение табл. 29

Группа VI помещений (при $t_в \leqslant 25°$ С, $\varphi \leqslant 30\%$)

Горячих блюмов, слябов и заготовок склады	Печные цехи
Котельные ТЭЦ	Поддоменник
Литейный двор	Стеклоплавильные цехи
Мартеновские цехи	Стрипперные отделения
	Томильные цехи

Примечания: 1. Рекомендуется производить уточнение приведенных ориентировочных данных путем обследования действующих предприятий.

2. При отсутствии опытных материалов рекомендуется исходить из следующих положений:

а) в цехах с искусственной вентиляцией значения φ определяются расчетом в соответствии с принятым в проекте вентиляции воздухообменом. Однако во всех случаях для данной группы зданий значение φ следует принимать не менее 50%, т. е. влажностный режим нормальный (группа II);

б) при отсутствии влаговыделений в цехе, но при наличии токсических газов, паров и пыли расчетные значения φ допускается принимать менее 50%;

в) при наличии значительных тепловыделений в цехах, если удаляемый из верхней зоны воздух загрязнен высокотоксическими газами или парами (например, фтористоводородной кислоты), аэрозолями вредных металлов (например, свинца), целесообразно проектировать утепленные покрытия, что позволяет избежать остывания удаляемого воздуха около холодных покрытий и образования конвективных токов, $\Delta t^н$ в этом случае следует принимать равным 12°.

8.9. Параметры внутреннего воздуха определяются в соответствии с технологическими требованиями или задаются при составлении проектов отопления и вентиляции. В табл. 29 приведены данные для отдельных производств, которые могут быть использованы для ориентировочных расчетов.

ГЛАВА 9

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДЕНИЙ

9.1 (СНиП II-А.7-62, п. 3.1). Величину сопротивления теплопередаче многослойных ограждений R_o в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$ вычисляют по формуле

$$R_o = R_в + R_1 + R_2 + \cdots + R_н, \qquad (8[3])^*$$

где $R_в$ — сопротивление тепловосприятию у внутренней поверхности в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, принимаемое по табл. 5;

R_1, R_2 — термические сопротивления отдельных слоев ограждения в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, вычисляемые по формуле (4);

$R_н$ — сопротивление теплоотдаче у наружной поверхности в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, принимаемое по табл. 6.

9.2** (СНиП II-А.7-62, п. 3.2). Термическое сопротивление однородного ограждения или отдельного слоя многослойного ограждения вычисляют по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda b}, \qquad (9[4])$$

где δ — толщина слоя в $м$;

λ — коэффициент теплопроводности материала в $ккал/м \cdot ч \cdot град$, принимаемый по табл. 28[1] (табл. 1 СНиП II-А.7-62);

b — коэффициент качества тепловой изоляции наружного ограждения, принимаемый согласно указаниям п. 3.11 СНиП II-А.7-62. См. п. 9.11 настоящего Пособия.

Примечания: 1. При наличии в ограждении замкнутых воздушных прослоек их термические сопротивления $R_{в.п}$ принимают согласно п. 9.6 настоящего Пособия.

2. При наличии воздушной прослойки, сообщающейся с наружным воздухом, когда не делается специального расчета, учитывается только та часть конструкции, которая расположена между прослойкой и помещением.

---

* В квадратных скобках даются номера формул и таблиц главы СНиП II-А.7-62.

** Измененная редакция — см. «Бюллетень строительной техники» № 10, 1965.

9.3 (к п. 3.3 СНиП II-А.7-62). Для ограждений с участками неодинаковой теплопроводности (из пустотелых блоков и камней, панелей с вкладышами и т. п.) термическое сопротивление следует вычислять следующим образом:

а) плоскостями, параллельными направлению теплового потока, ограждение разрезают на характерные в теплотехническом отношении участки, состоящие из одного или нескольких слоев. Термическое сопротивление ограждения вычисляют по формуле

$$R_{II} = \frac{F_I + F_{II} + F_{III} + \cdots}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \frac{F_{III}}{R_{III}} + \cdots}, \qquad (10\,[5])$$

где R_I, R_{II} — термические сопротивления отдельных характерных участков по поверхности ограждения, вычисленные по формулам (9[4]) или (9[3]), но без включения сопротивлений тепловосприятию и теплоотдаче;

F_I, F_{II} — площади участков по поверхности ограждения с различными коэффициентами теплопроводности;

б) плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, ограждение разрезают на слои, из которых одни могут состоять только из одного материала, а другие — из участков с различными материалами. Термические сопротивления однородных слоев вычисляют по формуле (9[4]), а термические сопротивления слоев неоднородных — по формуле (10[5]). Термическое сопротивление всего ограждения $R_\perp$ получают как сумму термических сопротивлений отдельных слоев.

Если величина R_{II} превышает величину $R_\perp$ не более чем на 25%, то термическое сопротивление ограждения вычисляют по формуле

$$R = \frac{R_{II} + 2R_\perp}{3}. \qquad (11\,[6])$$

Если величина R_{II} превышает величину $R_\perp$ больше чем на 25%, а также если ограждение имеет выступы в плане, то его термическое сопротивление следует вычислять по расчету температурного поля.

Пример 1. Определить сопротивление теплопередаче наружной стеновой панели из железобетонных прокатных скорлуп (рис. 50) для жилых домов в климатических условиях Москвы.

Железобетонные скорлупы представляют собой плиты толщиной 20 *мм* с ребрами высотой 70 *мм*, образующими квадратные ячейки размером 300×300 *мм*. Средняя ширина ребер 52 *мм*. Между скорлупами зажаты минераловатные плиты толщиной 100 *мм*.

Москва расположена в зоне с климатом «нормальной влажности» (см. карту на рис. 1 главы СНиП II-А.7-62). Влажностный режим жилых помещений относится к категории «нормальный». Следовательно, согласно табл. 2 главы СНиП II-А.7-62 расчетные значения λ и s надлежит принимать по графам Б табл. 1 СНиП II-А.7-62.

Для материалов панели расчетные значения λ и s будут следующими:

для железобетонных скорлуп— $\gamma=2500$ *кг/м*^{3}; $\lambda=1{,}4$ *ккал/м · ч · · град*; $s=13{,}4$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*;

для минераловатных плит — $\gamma=400$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}1$ *ккал/м · ч · · град*; $s=1{,}37$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*; $b=1{,}2$.

По табл. 32 [7] на стр. 192 находим термические сопротивления:

воздушных прослоек толщиной 70 *мм*, расположенных во внутренней скорлупе (при положительной температуре), $R_{в.п}=0{,}165$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*;

воздушных прослоек, расположенных в наружной скорлупе (при отрицательной температуре), $R_{н.п}=0{,}205$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*.

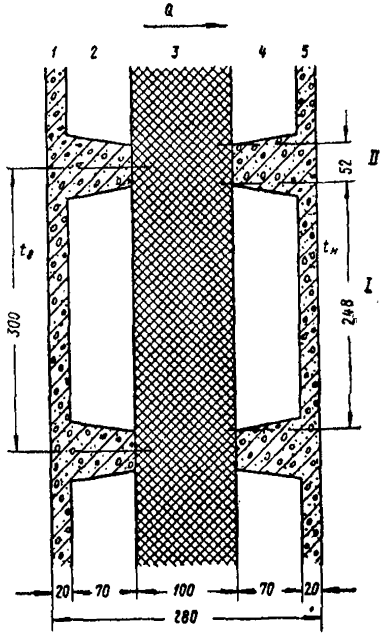


Рис. 50. К расчету сопротивления теплопередаче стеновой прокатной панели

1 и *5* — железобетон; *2* и *4* — воздушные прослойки; *3* — минераловатный утеплитель

Поскольку панель неоднородна, определяем ее термическое сопротивление согласно п. 9.3. Расчет ведется по площади 30×30=900 *см*^{2} (см. рис. 50).

1) Плоскостями, параллельными направлению теплового потока, разрезаем панель на два участка:

участок I состоит из *пяти слоев*. По формуле (9 [4]) сумма термических сопротивлений его слоев будет: $R_I=\frac{0{,}02}{1{,}4}+0{,}165+$

$$+\frac{0{,}10}{0{,}1\cdot 1{,}2}+0{,}205+\frac{0{,}02}{1{,}4}=0{,}014+0{,}165+0{,}833+0{,}205+0{,}014=$$

$=1{,}23$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*.

Площадь этого участка: $F_1=24{,}8\cdot 24{,}8=615$ *см*^{2};

участок II состоит из трех слоев: $R_{II}=\frac{0,09}{1,4}+\frac{0,10}{0,1\cdot 1,2}+\frac{0,09}{1,4}=$ $=0,064+0.833+0,064=0,96$ *м²·ч·град/ккал.*

Площадь этого участка: $F_{II}=900-615=285$ *см²*.

По формуле (10 [5]) получим: $R_{II}=\frac{900}{\frac{615}{1,23}+\frac{285}{0,96}}=\frac{900}{500+297}=$ $=1,13$ *м²·ч·град/ккал.*

2) Плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, разрезаем панель на пять слоев. Вычисляем сопротивления каждого слоя.

Слои *1* и *5*: $R_1+R_5=\frac{0,02}{1,4}2=0,029$ *м²·ч·град/ккал.*

Слой 2 по воздушной прослойке имеет: $R_2^1=0,165$ *м²·ч·град/ккал* и $F_I=615$ *см²*;

по железобетону: $R_2''=\frac{0,07}{1,4}=0,050$ *м²·ч·град/ккал* и $F_{II}=285$ *см²*.

По формуле (10 [5]) получим: $R_2=\frac{900}{\frac{615}{0,165}+\frac{285}{0,050}}=$

$=\frac{900}{3727+5700}=0,095$ *м²·ч·град/ккал.* Для слоя *3*: $R_3=\frac{0,10}{0,1\cdot 1,2}=$ $=0,833$ *м²·ч·град/ккал.*

Слой *4* по воздушной прослойке имеет: $R_4'=0,205$ *м²·ч·град/ккал* и $F_I=615$ *см²*;

по железобетону: $R_4''=0,050$ *м²·ч·град/ккал* и $F_{II}=285$ *см²*;

$R_4=\frac{900}{\frac{615}{0,205}+\frac{285}{0,050}}=\frac{900}{3000+5700}=$

$=0,103$ *м²·ч·град/ккал.*

Таким образом, $R_\perp=0,029+0,095+0,833+0,103=1,06$ *м²·ч·град/ккал.* · *град/ккал.*

Так как R_{II} превышает $R_\perp$ только на 7%, то величину термического сопротивления панели определяем по формуле (11 [6]): $R=$ $=\frac{1,130+2\cdot 1,06}{3}=1,083$ *м²·ч·град/ккал.*

Для определения сопротивления теплопередаче панели принимаем $R_в=0,133$ *м²·ч·град/ккал* (по табл. 30 [5]) и $R_н=0,050$ *м²·ч·* · *град/ккал* (по табл. 31 [6]).

Откуда $R_o=0,133+1,083+0,050=1,266$ *м²·ч·град/ккал.*

Массивность стеновой панели определяем по величине характеристики ее тепловой инерции D согласно формуле (1) главы СНиП II-А.7-62. Предварительно для слоев *2* и *4* вычисляем среднюю величину s их материалов, принимая для воздуха $s_I=0$:

$$s_{ср}=\frac{s_I F_I+s_{II}F_{II}}{F_I+F_{II}}=\frac{0+13,4\cdot 285}{900}=4,24 \text{ ккал/м²·ч·г ад}; \quad (12)$$

$D = 0,029\cdot 13,4+0,095\cdot 4,24+0,833\cdot 1,37+0,103\cdot 4,24=0,39+0,40+$

$+1{,}14+0{,}44=2{,}37<4{,}0$, т. е. по указаниям п. 2.2 главы СНиП II-А.7-62 стеновая панель относится к категории «легких» ограждающих конструкций.

При превышении величиной $R_{\text{П}}$ величины $R_{\perp}$ более чем на 25% термическое сопротивление ограждения вычисляется по формуле

$$R = \frac{\tau_{\text{в}} - \tau_{\text{н}}}{t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}}} R_{\text{в}}, \qquad (13)$$

где $t_{\text{в}}$ — расчетная температура внутреннего воздуха в *град*;

$R_{\text{в}}$ — сопротивление тепловосприятию у внутренней поверхности ограждения в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$;

$\tau_{\text{в}}$ и $\tau_{\text{н}}$ — средние температуры внутренней и наружной поверхности ограждения, полученные по расчету его температурного поля, в *град*.

Примечание. Метод расчета температурного поля изложен на стр. 207—217.

9.4 (СНиП II-А.7-62, п. 3.4). Величину коэффициента тепловосприятия $\alpha_{\text{в}}$ или величину сопротивления тепловосприятию $R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}$ надлежит принимать по табл. 30[5] в зависимости от характера внутренней поверхности ограждения.

Таблица 30[5]

Коэффициенты тепловосприятия $\alpha_{\text{в}}$ и величины сопротивления тепловосприятию $R_{\text{в}}$ на внутренней поверхности ограждения

№ п/п	Род поверхности	$\alpha_{\text{в}}$, *ккал/м²·ч·град*	$R_{\text{в}}$, *м²·ч·град/ккал*
1	Внутренние поверхности стен, полов, а также потолков, гладких или со слабо выступающими и редко расположенными ребрами, отношение высоты h которых к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a<0{,}2$	7,5	0,133
2	Потолки, имеющие ребристую поверхность, при отношении $h/a=0{,}2 \div 0{,}3$	7	0,143
3	Потолки, имеющие выступающие часто расположенные ребра, при отношении $h/a>0{,}3$	6,5	0,154

Примечания: 1. При потолках с кессонами с отношением $h/a>0{,}3$ (где a — меньшая сторона кессона) следует принимать $\alpha_{\text{в}}=6$ и $R_{\text{в}}=0{,}167$.

2. Коэффициенты тепловосприятия $\alpha_{\text{в}}$ для ограждающих конструкций животноводческих зданий следует определять в соответствии с указаниями нормативных документов по проектированию таких зданий.

Для уточнения расчета величины сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, а также при определени температуры их внутренних поверхностей, рекомендуется величину коэффициента тепловосприятия $\alpha_в$ определять по формуле

$$\alpha_в = \alpha_к + \alpha_л, \qquad (14)^*$$

где $\alpha_к$ — коэффициент передачи тепла конвекцией в *ккал/м²·ч·град;*

$\alpha_л$ — коэффициент передачи тепла излучением в *ккал/м²·ч·град.*

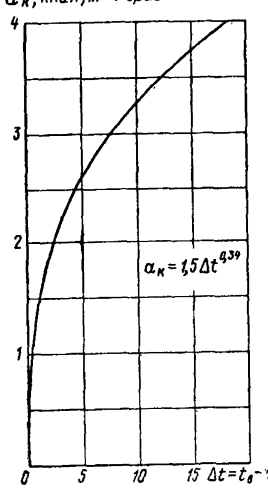


Рис. 51. Кривая для определения коэффициента теплообмена конвекций теплообмена конвекцией ности стены

Величина $\alpha_к$ для вертикальных поверхностей определяется по графику рис. 51 в зависимости от величины разности температур воздуха ($t_в$) и поверхности ограждающей конструкции ($\tau_в$), т. е. от $\Delta t = t_в - \tau_в$. Для горизонтальных поверхностей величина $\alpha_к$, определенная по графику, должна быть умножена на числовой коэффициент, равный для потолков 1,3, для полов — 0,7.

Величина $\alpha_л$ определяется по кривой *1* графика рис. 52 в зависимости от величины средней температуры воздуха ($t_в$) и поверхности ограждающей конструкции ($\tau_в$), т. е. от

$$t_{ср} = \frac{t_в + \tau_в}{2}. \qquad (15)$$

9.5 (к п. 3.5 СНиП II-А.7-62). Величину коэффициента теплоотдачи $\alpha_н$ или величину сопротивления теплоотдаче $R_н = \frac{1}{\alpha_н}$ надлежит принимать по табл. 31[6].

* Формула (14) непригодна при наличии в помещении источников интенсивного теплового излучения, а также токов воздуха, вызывающих у поверхностей ограждающих конструкций вынужденную конвекцию.

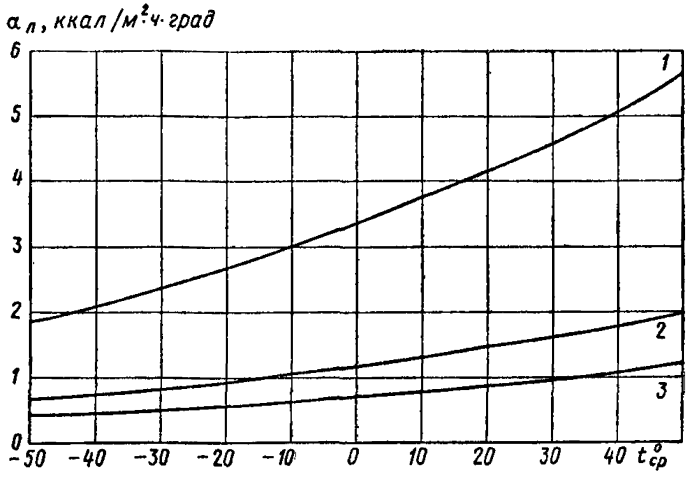


Рис. 52. Кривые для определения коэффициента теплообмена излучением $\alpha_и$

1 — для обычной поверхности; *2* и *3* — оклеенных с одной и двух сторон алюминиевой фольгой

Таблица 31[6]

Коэффициенты теплоотдачи $\alpha_н$ и величины сопротивления теплоотдаче $R_н$ у наружной поверхности ограждения

№ п/п	Расположение наружных поверхностей	$\alpha_н$, ккал/м²·ч·град	$R_н$, м²·ч·град/ккал
1	Поверхности, соприкасающиеся непосредственно с наружным воздухом (наружные стены, бесчердачные покрытия, совмещенные крыши и пр.) . .	20	0,05
2	Поверхности, непосредственно не соприкасающиеся с наружным воздухом:		
	а) поверхности, выходящие на чердак	10	0,10
	б) поверхности над холодными подвалами и подпольями	5	0,20

Примечание. При расчетах теплоустойчивости наружных ограждений в летних условиях в соответствии с требованиями п. 4.6 значения коэффициента теплоотдачи $\alpha_н$ надлежит определять:

а) для наружных стен по формуле

$$\alpha_н = 3 + 10\sqrt{v}\ ; \qquad (16[7])$$

б) для бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) по формуле

$$\alpha_н = 3 + 5\frac{v^{0,8}}{l_{мин}^{0,2}}, \qquad (17[8])$$

где v — расчетная скорость ветра в *м/сек*, принимаемая согласно указаниям п. 2.5;

$l_{мин}$ — наименьший размер покрытия в плане в *м*.

Если неизвестны размеры здания в плане (например, при разработке типовых конструкций покрытий), коэффициент $\alpha_н$ определяют по формуле

$$\alpha_н = 3 + 2{,}5v^{0,8}. \qquad (18[8'])$$

Если нет данных о расчетной скорости ветра, а также при составлении типовых проектов принимать $v=0{,}3$ *м/сек*, чему соответствует $\alpha_н=4$ *ккал/м²·ч·град*.

9.6 (СНиП II-А.7-62, п. 3.6). Величину термического сопротивления замкнутых воздушных прослоек в наружных ограждениях в *м²·ч·град/ккал* в зависимости от толщины прослойки, ее расположения и направления теплового потока надлежит принимать по табл. 32 [7].

Таблица 32[7]

Термические сопротивления замкнутых воздушных прослоек $R_{в.п}$

Толщина прослойки в *мм*	$R_{в.п}$, *м²·ч·град/ккал*			
	для горизонтальных прослоек при потоке тепла снизу вверх и для вертикальных прослоек		для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз	
	лето	зима	лето	зима
10	0,15	0,17	0,15	0,18
20	0,16	0,18	0,18	0,22
30	0,16	0,19	0,19	0,24
50	0,16	0,20	0,20	0,26
100	0,17	0,21	0,21	0,27
150	0,18	0,21	0,22	0,28
200—300	0,18	0,22	0,22	0 28

Примечание. Приведенные здесь величины $R_{в.п}$ соответствуют разности температур на поверхности прослоек, равной 10°. Для уточнения расчетов при меньшей разности температур необходимо величину $R_{в.п}$, приведенную в таблице, умножить на коэффициент:

при разности температур	8°	1,05
то же	6°	1,10
»	4°	1,15
»	2°	1,20

Для более точного расчета сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций величину термического

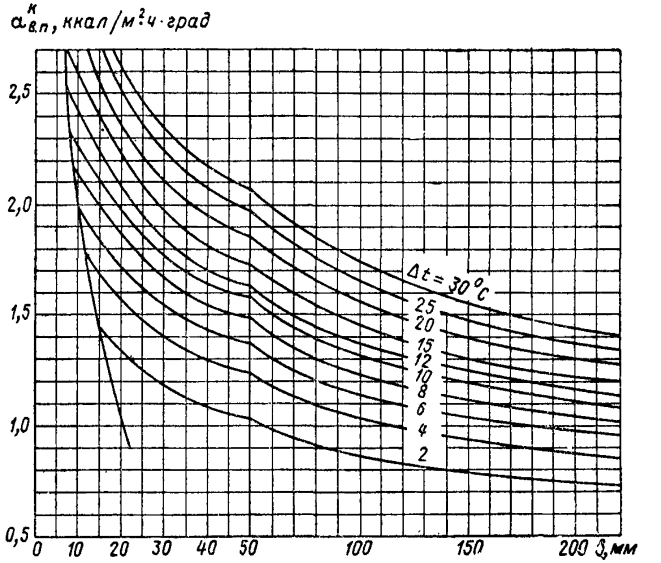


Рис. 53. Кривые для определения $\alpha^{к}_{в.п}$ в вертикальных воздушных прослойках

сопротивления воздушных прослоек следует вычислять по формуле

$$R_{в.п} = \frac{1}{\alpha^{к}_{в.п} + \alpha^{л}_{в.п}}, \qquad (19)$$

где $\alpha^{к}_{в.п}$ и $\alpha^{л}_{в.п}$ — соответственно коэффициенты передачи тепла конвекцией и излучением в *ккал/м² · ч · град.*

Величина $\alpha^{к}_{в.п}$ для вертикальных прослоек определяется по графику рис. 53 в зависимости от их толщины и разности температур Δt на их поверхностях. Для горизонтальных прослоек при потоке тепла снизу вверх ве-

личина $\alpha^{к}_{в.п}$ определяется по этому же графику, но с увеличением полученных по нему значений $\alpha^{к}_{в.п}$ на 30%.

Для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз значение $\alpha^{к}_{в.п}$ определяется по графику рис. 54 в зависимости от толщины прослойки $\delta_{в.п}$ и температуры

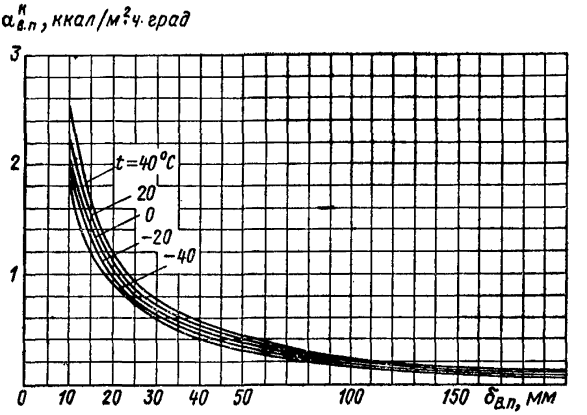


Рис. 54. Кривые для определения $\alpha^{к}_{в.п}$ в горизонтальных воздушных прослойках при потоке тепла сверху вниз

воздуха в ней $t_{ср}$, равной средней температуре поверхностей, ограничивающих воздушную прослойку.

Для воздушных прослоек толщиной менее 10 *мм* независимо от их расположения и направления теплового потока величина $\alpha^{к}_{в.п}$ определяется по формуле

$$\alpha^{к}_{в.п} = \frac{\lambda_{воз}}{\delta_{в.п}}, \qquad (20)$$

где $\lambda_{воз}$ — коэффициент теплопроводности воздуха в *ккал/м · ч · град*;

$\delta_{в.п}$ — толщина воздушной прослойки в *м*.

Величина $\lambda_{воз}$, зависящая от средней температуры воздуха в прослойке $t_{ср}$, принимается по табл. 33.

Величина $\alpha^{л}_{в.п}$, входящая в формулу (19), определяется по графику рис. 52 в зависимости от температуры

Таблица 33

Коэффициенты теплопроводности воздуха $\lambda_{воз}$

$t_{ср}$, *град*	−40	−20	0	20	40
$\lambda_{воз}$, *ккал/м·град*	0,018	0,019	0,020	0,022	0,023

воздуха в прослойке $t_{ср}$ и обработки ограничивающих ее поверхностей. При обычных (специально не обработанных) поверхностях величина $\alpha^{л}_{в.п}$ определяется по кривой *1* рис. 52, при оклейке одной из поверхностей алюминиевой фольгой — по кривой *2* и при оклейке фольгой обеих поверхностей — по кривой *3*.

Расчет температуры в ограждающей конструкции. Для уточнения определения величины коэффициента тепловосприятия $\alpha_в$ по формуле (14), а также величин термических сопротивлений воздушных прослоек $R_{в.п}$ по формуле (19) необходимо знать температуру внутренней поверхности ограждающей конструкции и температуры на поверхностях воздушной прослойки.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется по формуле

$$\tau_в = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_0} R_в. \qquad (21)$$

Температура поверхности, обращенной в сторону помещения любого слоя ограждающей конструкции при нумерации слоев в направлении от внутренней поверхности ограждения к наружной, определяется по формуле

$$\tau_п = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_0} \left(R_в + \Sigma_{n-1} R\right), \qquad (22)$$

где $t_в$ — температура воздуха в помещении в *град*;
$t_н$ — температура наружного воздуха в *град*;
R_0 — сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции в *м²·ч·град/ккал*;
$R_в$ — сопротивление тепловосприятию в *м²·ч·град/ккал*;
$\Sigma_{n-1}R$ — сумма термических сопротивлений $(n-1)$ первых слоев конструкции, расположенных между ее внутренней поверхностью и поверхностью, температура которой определяется $(\tau_п)$ в *м²·ч·град/ккал*.

Пример 2. Определить температуру внутренней поверхности наружной стеновой панели (см. рис. 50), рассмотренной в примере 1, а также температуры на поверхностях воздушных прослоек в этой панели.

Принимаем расчетную температуру внутреннего воздуха $t_в = 18°$ С. Для «легких» ограждающих конструкций в климатических условиях Москвы зимняя расчетная температура наружного воздуха $t_н = -31°$ С (по главе СНиП II-А.6-62, табл. 1).

По примеру 1 стеновая панель имеет $R_о = 1{,}266$ и $R_в = 0{,}133$ *м²·ч·град/ккал.*

Температура внутренней поверхности панели определяется по формуле (21): $\tau_в = 18 - \frac{18+31}{1{,}266}\,0{,}133 = 18 - 5{,}2 = 12{,}8°$ С.

Для определения температур на поверхностях воздушных прослоек примем термическое сопротивление слоев по участку *I* (см. пример 1 и рис. 50). Для этого участка сопротивление теплопередаче будет: $R'_о = 0{,}133 + 1{,}230 + 0{,}050 = 1{,}413$ *м²·ч·град/ккал.*

По формуле (22) температура на теплой поверхности прослойки, расположенной в слое *2* (см. рис. 50): $\tau_2 = 18 - \frac{18+31}{1{,}413}\,(0{,}133 + 0{,}014) = 18 - 5{,}1 = 12{,}9°$ С.

Температура на холодной поверхности этой же прослойки: $\tau_3 = 18 - \frac{18+31}{1{,}413}\,(0{,}133 + 0{,}014 + 0{,}165) = 18 - 10{,}8 = 7{,}2°$ С.

Температура на теплой поверхности прослойки, расположенной в слое *4*: $\tau_4 = 18 - \frac{49}{1{,}413}\,(0{,}133 + 0{,}014 + 0{,}165 + 0{,}833) = 18 - 39{,}7 = -21{,}7°$ С.

Температура на холодной поверхности этой же прослойки $\tau_5 = 18 - \frac{49}{1{,}413}\,(0{,}133 + 0{,}014 + 0{,}165 + 0{,}833 + 0{,}205) = 18 - 46{,}8 = -28{,}8°$ С.

Пример 3. Уточненный расчет сопротивления теплопередаче наружной стеновой панели из прокатных скорлуп (см. рис. 50), рассмотренной в примере 1.

По данным о температуре в панели, полученным в примере 2, определим уточненные значения сопротивления тепловосприятию и термических сопротивлений воздушных прослоек.

По формуле (14) определяем коэффициент тепловосприятия. Разность температур воздуха и внутренней поверхности панели $\Delta t = 18 - 12{,}8 = 5{,}2°$. По графику рис. 51 этой разности температур соответствует $\alpha_к = 2{,}7$ *ккал/м²·ч·град.* Средняя температура воздуха и поверхности $t_{ср} = \frac{18+12{,}8}{2} = 15{,}4°$ С. По графику рис. 52 (кривая *I*) этой температуре соответствует $\alpha_л = 4$ *ккал/м²·ч·град.* Следовательно, $\alpha_в = 2{,}7 + 4 = 6{,}7$ *ккал/м²·ч·град*, а сопротивление тепловосприятию будет $R_в = \frac{1}{\alpha_в} = \frac{1}{6{,}7} = 0{,}149$ *м²·ч·град/ккал.*

Термическое сопротивление воздушных прослоек определяем по формуле (19). В прослойке, расположенной в слое *2* (см. рис. 50), температуры на поверхностях равны: $\tau_2 = 12{,}9°$ С и $\tau_3 = 7{,}2°$ С. По гра-

фику рис. 53 при толщине прослойки 70 *мм* и разности температур на ее поверхностях $\Delta t = 12{,}9 - 7{,}2 = 5{,}7°$ получим $\alpha^{к}_{в.п} = 1{,}25$ *ккал/м²·ч·град*. Средняя температура воздуха в прослойке $t_{ср} = \frac{12{,}9+7{,}2}{2} = 10°$ С.

По графику рис. 52 (кривая *1*) этой температуре соответствует $\alpha^{л}_{в.п} = 3{,}75$ *ккал/м²·ч·град*.

По формуле (19) получим: $R_{в.п} = \frac{1}{1{,}25+3{,}75} = 0{,}200$ *м²·ч·град/ккал*.

Температуры на поверхностях прослойки, расположенной в слое *4* (см. рис. 50), равны: $\tau_4 = -21{,}7°$ С и $\tau_5 = -28{,}8°$ С.

По графику рис. 53 при $\Delta t = -21{,}7 + 28{,}8 = 7{,}1°$ получим $\alpha^{к}_{в.п} = 1{,}31$.

По графику рис. 52 при $t_{ср} = -\frac{21{,}7+28{,}8}{2} = -25{,}2°$ С получим $\alpha^{л}_{в.п} = 2{,}5$. Откуда: $R_{в.п} = \frac{1}{1{,}31+2{,}5} = 0{,}262$ *м²·ч·град/ккал*.

Сопротивление теплопередаче панели по участку *I* (см. рис. 50) будет: $R'_0 = 0{,}149 + 0{,}014 + 0{,}200 + 0{,}833 + 0{,}262 + 0{,}014 + 0{,}050 = 1{,}522$ *м²·ч·град/ккал*.

По полученному сопротивлению теплопередаче можно пересчитать температуры на поверхностях воздушных прослоек и на внутренней поверхности панели (см. пример 2):

$$\tau_в = 18 - \frac{18+31}{1{,}52} 0{,}149 = 18 - 4{,}8 = 13{,}2° \text{ С};$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{49}{1{,}52}(0{,}149 + 0{,}014) = 18 - 5{,}3 = 12{,}7° \text{ С};$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{49}{1{,}52}(0{,}149 + 0{,}014 + 0{,}200) = 18 - 11{,}7 = 6{,}3° \text{ С};$$

$$\tau_4 = 18 - \frac{49}{1{,}52}(0{,}149 + 0{,}014 + 0{,}200 + 0{,}833) = 18 - 38{,}7 = -20{,}7° \text{ С};$$

$$\tau_5 = 18 - \frac{49}{1{,}52}(0{,}149 + 0{,}014 + 0{,}200 + 0{,}833 + 0{,}26) = 18 - 47{,}0 = -29° \text{ С}.$$

Если произвести пересчет $R_в$ и $R_{в.п}$ по этим температурам, то получим $R_в = 0{,}149$ *м²·ч·град/ккал*; термическое сопротивление воздушных прослоек соответственно $R_{в.п} = 0{,}200$ и $R_{в.п} = 0{,}260$ *м²·ч·град/ккал*, т. е. незначительно изменилось только термическое сопротивление воздушной прослойки, расположенной в слое *4*.

По полученным значениям $R_в$ и $R_{в.п}$ делаем пересчет сопротивления теплопередаче стеновой панели на основании расчета, приведенного в примере 1.

$R_I = 0{,}014 + 0{,}200 + 0{,}833 + 0{,}260 + 0{,}014 = 1{,}321$ *м²·ч·град/ккал*.

Термическое сопротивление участка *II* остается без изменения:

$$R_{II} = 0{,}96 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

$$R_{II} = \frac{900}{\frac{615}{1{,}321} + \frac{285}{0{,}96}} = \frac{900}{465 + 297} = 1{,}18 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

$$R_1 + R_5 = 0{,}029 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал; \quad R_3 = 0{,}833 м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$R_2 = \frac{900}{\frac{615}{0{,}200} + \frac{285}{0{,}050}} = \frac{900}{3075 + 5700} = 0{,}103 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$R_4 = \frac{900}{\frac{615}{0{,}260} + \frac{285}{0{,}050}} = \frac{900}{2365 + 5700} = 0{,}112 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал,$$

$$R_I = 0{,}029 + 0{,}103 + 0{,}833 + 0{,}112 = 1{,}077 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

$$R = \frac{1{,}180 + 2 \cdot 1{,}077}{3} = 1{,}111 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

Сопротивление теплопередаче стеновой панели будет: $R_0 = 0{,}149 + 1{,}111 + 0{,}050 = 1{,}31 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, т. е. только на 3,5% больше полученного в примере 1.

Температура внутренней поверхности панели по формуле (21) будет:

$$\tau_в = 18 - \frac{18 + 31}{1{,}31} 0{,}149 = 18 - 5{,}6 = 12{,}4° \text{C},$$

т. е. на 0,4° ниже полученной в примере 2 за счет повышения величины $R_в$ до 0,149 $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$.

9.7 (СНиП II-А.7-62, п. 3.7) . Величина сопротивления теплопередаче наружных ограждений должна быть не менее требуемого $R_0^{тр}$, определяемого по формуле

$$R_0^{тр} = \frac{(t_в - t_н)\, n}{\alpha_в \Delta t^н} \text{ или } R_0^{тр} = \frac{(t_в - t_н)\, n R_в}{\Delta t^н}, \qquad (23[9])$$

где $t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно указаниям п. 8.4;

$t_н$ — расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимаемая согласно указаниям пп. 8.1 и 8.2;

$\Delta t^{н}$ — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, принимаемый согласно указаниям пп. 9.8 и 9.9;

$\alpha_{в}$ и $R_{в}$ — соответственно коэффициент тепловосприятия и величина сопротивления тепловосприятию, принимаемые по табл. 5;

n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаемый по табл. 9.

Примечания: 1. Для районов с летними средними температурами в 13 *ч* самого жаркого месяца 25° С и выше требуется дополнительная проверка ограждений на теплоустойчивость по формуле (15) для зданий, предусмотренных в п. 4.5.

2. Для наружных дверей и ворот, а также полов на грунте и на лагах $R_{о}^{тр}$ не нормируется.

Для остекленных поверхностей наружных ограждений величины $R_{о}^{тр}$, а также число стекол в таких ограждениях должны удовлетворять требованиям главы СНиП II-В.6-62 «Ограждающие конструкции. Нормы проектирования».

3. Для внутренних ограждений величина $R_{о}^{тр}$ нормируется только в случаях, когда разность температур в разделяемых помещениях превышает 10°.

4. Величину $R_{о}$ для наружных ограждающих конструкций зданий следует уточнять экономическим расчетом.

9.8 (СНиП II-А.7-62, п. 3.8). Температурный перепад $\Delta t^{н}$ между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения надлежит принимать в формуле (23 [9]) по табл. 34 [8].

9.9 (СНиП II-А.7-62, п. 3.9). Перепад между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой поверхности пола $\Delta t^{н}$ в формулах (23[9] надлежит принимать равным 2,5°.

Примечание. В производственных, вспомогательных и сельскохозяйственных зданиях для полов величина $\Delta t^{н}$ нормируется только для участков с постоянными рабочими местами, если на них не предусмотрены специальные мероприятия против охлаждения ног работающих. На участках пола с отсутствием постоянных рабочих мест теплозащитные свойства пола не нормируются.

Таблица 34[8]

Нормируемые величины температурного перепада $\Delta t^н$

№ п/п	Вид помещений и зданий	$\Delta t^н$, *град*	
		для наружных стен	для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий
		не более	
1	Жилые помещения, а также помещения общественных зданий (больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ)	6	4,5
2	Помещения общественных зданий (за исключением указанных в п. 1), административных зданий, а также вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений влажных и мокрых	7	5,5
3	Отапливаемые помещения производственных зданий промышленных предприятий с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не менее 50%	10	8
4	То же, с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха от 50 до 60%	8	7
5	Помещения производственных зданий промышленных предприятий с избыточными тепловыделениями и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 45% .	12	12
6	Помещения производственных зданий промышленных предприятий с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха выше 60%, в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях ограждающих конструкций	$t_в - \tau_р$	$t_в - \tau_р - 1°$
7	Помещения производственных зданий промышленных предприятий с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 60%, в которых допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях стен .	7	$t_в - \tau_р$

Продолжение табл. 34(8)

№ п/п	Вид помещений и зданий	$\Delta t^{н}$, *град*	
		для наружных стен	для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий
		не более	
8	Помещения животноводческих зданий, в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях ограждающих конструкций	$t_в - \tau_р$	$t_в - \tau_р$

Примечания: 1. Для ограждающих конструкций перечисленных ниже производственных помещений величина $\Delta t^{н}$, а следовательно, и $R_0^{тр}$ не нормируются и теплозащитные качества ограждений назначаются исключительно по конструктивным соображениям, если это может быть допущено по условиям технологического процесса:

а) когда тепловыделения значительно превышают теплопотери (более чем на 50%) либо когда теплоизбытки превышают 20 *ккал/м³ · ч*;

б) когда внутренняя поверхность стен и покрытий подвергается постоянному интенсивному облучению лучистым теплом либо омывается сухим горячим воздухом;

в) когда площадь на одного работающего составляет более 100 *м²* при обеспечении нормальных метеорологических условий на фиксированных рабочих местах и местах отдыха.

2. В производственных помещениях с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха менее 60% для участков стен, расположенных выше 4 *м* от рабочих площадок, разрешается принимать $\Delta t^{н} = t_в - \tau_р$.

3. В помещениях влажных и мокрых с температурами внутреннего воздуха выше 20° С (бани, прачечные, красильни и пр.) надлежит принимать для наружных стен $\Delta t^{н} = 6{,}5°$. В тех же помещениях при наружных стенах из обожженного глиняного кирпича или плотного бетона разрешается принимать $\Delta t^{н} = 7°$.

4. В табл. [8] $\tau_р$ означает точку росы внутреннего воздуха в *град*.

9.10 (СНиП II-А.7-62, п. 3.10). Величину коэффициента n в формуле (23[9]) надлежит принимать по табл. 35[9].

9.11 (СНиП II-А.7-62, п. 3-11). Величину коэффициента качества тепловой изоляции b в формуле (4) надлежит принимать равной:

а) для теплоизоляционных материалов, подверженных уплотнению, деформации или усадке (например,

Таблица 35[9]

Коэффициент n

№ п/п	Род ограждения	Коэффициент n
1	Наружные стены, бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) и перекрытия над проездами .	1
2	Чердачные перекрытия и бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) с вентилируемыми продухами	0,9
3	Перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами при наличии окон в наружных стенах подвала .	0,6
5	То же, при отсутствии окон	0,4

стиропор, минераловатные плиты, войлок и т. п.), независимо от их объемного веса $b=1{,}2$;

б) для теплоизоляционных материалов объемного веса менее 400 *кг/м*^{3} (за исключением материалов, указанных в подпункте «а») $b=1{,}1$;

в) для всех прочих материалов $b=1{,}0$.

Пример 4. Определить требуемое сопротивление теплопередаче наружной стеновой панели из железобетонных прокатных скорлуп (см. рис. 50).

Стеновая панель по данным примера 1 относится к категории «легких» ограждающих конструкций, для которых за расчетную зимнюю температуру принимается средняя температура наиболее холодных суток. Для Москвы по табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 эта температура $t_н=-31°$ С. Для жилых помещений температура внутреннего воздуха $t_в=18°$ С. По табл. 34 [8] $\Delta t^н=6°$. По формуле (23) получим $R_0^{тр}=\dfrac{(18+31)\,1}{7{,}5\cdot 6}=1{,}09$ *м*$^2\cdot$*ч*$\cdot$*град/ккал*.

Сопротивление теплопередаче данной стеновой панели $R_0=1{,}266$ (см. пример 1), т. е. на 16% больше требуемого. Следовательно, в отношении сопротивления теплопередаче панель удовлетворяет нормативным требованиям, предъявляемым к жилым зданиям в Москве.

Ниже, в табл. 36 и 37, приводятся величины требуемых сопротивлений теплопередаче $R_0^{тр}$ для наружных стен и совмещенных покрытий некоторых видов зданий и помещений.

9.12 (СНиП II-А.7-62, п. 3.12). Температура внутренней поверхности $\tau_в'$, вычисляемая по формуле (10), ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также отапливаемых производственных зданий, в

Таблица 36

Требуемые сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$ для наружных стен

Расчетные зимние температуры наружного воздуха $t_н$ в *град*	Жилые помещения, а также помещения больниц, поликлиник, детских яслей-салов и школ при $t_в=18°$ С, $\Delta t^н=6°$	Помещения общественных и административных зданий, а также вспомогательных зданий промышленных предприятий при $t_в=18°$ С, $\Delta t^н=7°$	Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной влажностью внутреннего воздуха менее 50 % при $t_в=15°$ С, $\Delta t^н=10°$	Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной влажностью внутреннего воздуха от 50 до 60% при $t_в=15°$ С, $\Delta t^н=8°$	Помещения производственных зданий с избыточными тепловыделениями и расчетная влажность внутреннего воздуха не более 45% при $t_в=20°$ С, $\Delta t^н=12°$
—5	0,51	0,44	0,27	0,33	0,28
—10	0,62	0,53	0,34	0,42	0,33
—15	0,73	0,63	0,40	0,50	0,39
—20	0,85	0,72	0,47	0,59	0,45
—25	0,96	0,82	0,54	0,67	0,50
—30	1,07	0,92	0,60	0,75	0,56
—35	1,18	1,01	0,67	0,84	0,61
—40	1,29	1,11	0,74	0,92	0,67
—45	1,40	1,20	0,80	1,00	0,72
—50	1,51	1,30	0,87	1,08	0,78

которых не допускается образование конденсата на поверхности стен или зданий, предназначаемых для размещения производств, требующих автоматического регулирования температуры и влажности помещений, в местах наличия более теплопроводных включений (диафрагм, толстых сквозных швов раствора, прокладных рядов, стыковых панелей, колонн и ригелей железобетонного каркаса и пр.) должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха.

Примечания: 1. Требования п. 9.12 не распространяются на наружные стены помещений, имеющих расчетную относительную влажность внутреннего воздуха $\varphi_в>75\%$, а также на стены, на внутренней поверхности которых допускается конденсация влаги.

2. При расчетах теплопроводных включений наружных ограждающих конструкций разрешается принимать значение отсносительной влажности внутреннего воздуха для зданий:

а) жилых и общественных (больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ) $\varphi_в=55\%$;

б) прочих общественных зданий $\varphi_в=50\%$.

Таблица 37

Требуемые сопротивления теплопередаче R_0 для совмещенных покрытий

Расчетные зимние температуры наружного воздуха $t_н$ в *град*	Жилые помещения, а также помещения больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ при $t_в$=18° С, $\Delta t^н$=4,5°	Помещения общественных и административных зданий а также вспомогательных зданий промышленных предприятий при $t_в$=18°С, $\Delta t^н$=5,5°	Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной влажностью внутреннего воздуха менее 50% при $t_в$=15° С, $\Delta t^н$=8°	Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной влажностью внутреннего воздуха от 50 до 60% при $t_в$=15° С, $\Delta t^н$=7°	Помещения производственных зданий с избыточными тепловыделениями и расчетной влажностью внутреннего воздуха не более 45% при $t_в$=20° С, $\Delta t^н$=12°
—5	0,68	0,56	0,33	0,38	0,28
—10	0,83	0,68	0,42	0,48	0,33
—15	0,98	0,80	0,50	0,57	0,39
—20	1,13	0,92	0,59	0,67	0,45
—25	1,28	1,04	0,67	0,76	0,50
—30	1,42	1,17	0,75	0,86	0,56
—35	1,57	1,29	0,84	0,95	0,61
—40	1,72	1,41	0,92	1,05	0,67
—45	1,87	1,53	1,00	1,14	0,72
—50	2,02	1,65	1,08	1,24	0,78

Примечания: 1. Для значений $t_н$, отличных от приведенных в таблицах 36 и 37, величины $R_0^{тр}$ определяются интерполяцией.

2. Для значений $t_в$, отличных от указанных в таблице, величины $R_0^{тр}$ определяются по формуле (23 [9]).

3. Для чердачных перекрытий и для совмещенных покрытий с воздушными прослойками, вентилируемыми наружным воздухом, приведенные в табл. 37 величины $R_0^{тр}$ следует уменьшать на 10%.

9.13 (СНиП II-А.7-62, п. 3.13). Температура внутренней поверхности ограждения в местах более теплопроводных включений должна проверяться по формуле

$$\tau'_в = t_в - \frac{R'_0 + \eta\left(R_0 - R'_0\right)}{R'_0 R_0} R_в (t_в - t_н), \qquad (24[10])$$

где $t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха;
$t_н$ — то же, наружного воздуха;

R_o — сопротивление теплопередаче ограждения при отсутствии в нем более теплопроводных включений в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, определяемое по формуле (3);

R'_o — сопротивление теплопередаче ограждения в месте более теплопроводного включения в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$, определяемое по формуле (3);

$R_в$ — сопротивление тепловосприятию, принимаемое по табл. 5;

η — коэффициент, принимаемый по табл. 10 и зависящий от отношения $\frac{a}{\delta}$ размера поперечного сечения включения a, измеренного параллельно поверхности ограждения к полной толщине ограждения δ (рис. 2) [1].

Таблица 38[10]

Коэффициенты η

Схемы теплопроводных включений по рис. 2	Коэффициент η при a/δ, равном								
	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5
I	0,12	0,24	0,38	0,55	0,74	0,83	0,87	0,90	0,95
II	0,07	0,15	0,26	0,42	0,62	0,73	0,81	0,85	0,94
III	0,25	0,50	0,96	1,26	1,27	1,21	1,16	1,10	1,00
IV	0,04	0,10	0,17	0,32	0,50	0,62	0,71	0,77	0,89

Примечания: 1. При $\frac{a}{\delta} > 1{,}5$ теплопроводное включение должно рассматриваться как самостоятельная часть ограждения и иметь сопротивление теплопередаче, удовлетворяющее требованиям п. 3.7.

2*. При наличии теплопроводных включений термическое сопротивление ограждений следует определять руководствуясь п. 9.3.

3. Для включений сложного профиля или выступающих за поверхность ограждения требуются специальные расчеты температурных полей.

Пример 5. Определить температуру на внутренней поверхности открытого стыка керамзитобетонных стеновых панелей (рис. 56) жилого дома в Волгограде.

Волгоград расположен в сухой климатической зоне (по карте на рис. 1 СНиП II-А.7-62), влажностный режим жилых помещений «нормальный», следовательно, по табл. 28а [2] величины λ и s должны

[1] См. рис. 55 [2] настоящего Пособия.

* Измененная редакция — см. «Бюллетень строительной техники» № 10, 1965.

приниматься по графам А табл. 28 [1]. Материалы панели и стыка имеют следующие показатели:
керамзитобетон — $\gamma=1100$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}3$ *ккал/м · ч · град*; $s=4{,}15$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*;
цементный раствор фактурных слоев — $\gamma=1800$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}65$ *ккал/м · ч · град*; $s=7{,}8$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*;
бетон в полости стыка — $\gamma=2200$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}925$ *ккал/м · ч · град*.

Определяем сопротивление теплопередаче R_0 и характеристику тепловой инерции D панели. Сопротивление тепловосприятию $R_в=0{,}133$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*.

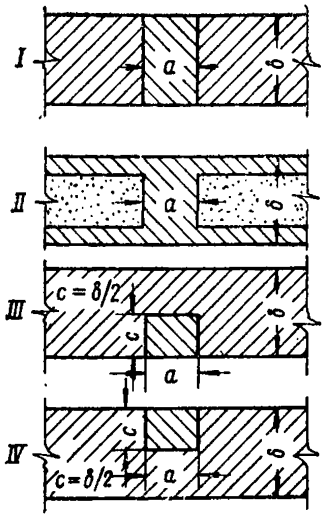


Рис. 55. Примеры теплопроводных включений в строительных конструкциях

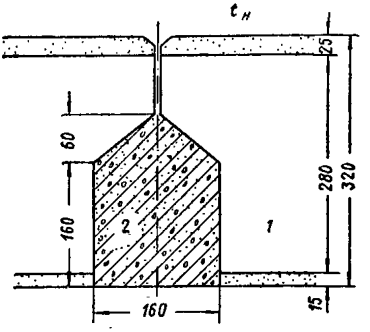


Рис. 56. Вертикальный стык керамзитобетонных панелей

1 — керамзитобетон, $\gamma=1100$ *кг/м*^{3}; *2* — бетон, $\gamma=2200$ *кг/м*^{3}

Термические сопротивления:
фактурного слоя ($\delta=15$ *мм*) — $R_1=0{,}015:0{,}65=0{,}023$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*; $D_1=0{,}023\cdot 7{,}8=0{,}18$;
керамзитобетона ($\delta=280$ *мм*) — $R_2=0{,}280:0{,}3=0{,}933$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*; $D_2=0{,}933\cdot 4{,}15=3{,}87$;
фактурного слоя ($\delta=25$ *мм*) — $R_3=0{,}025:0{,}65=0{,}038$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*; $D_3=0{,}038\cdot 7{,}8=0{,}30$.

Сопротивление теплоотдаче $R_н=0{,}050$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*.
$\Sigma R=R_0=1{,}177$ *м*^{2} *· ч · град/ккал*, $\Sigma D=4{,}35$.

Так как керамзитобетонная панель имеет $4<D\leqslant 7$, она (по п. 2.2 СНиП II-А.7-62) относится к категории ограждений «средней массивности», для которых расчетная зимняя температура наружного воздуха (по п. 8.1 главы 8 настоящего пособия) принимается равной средней из температур наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток.

Для Волгограда (по главе СНиП II-А.6-62, табл. 1) имеем следующие значения температур:

Наиболее холодной пятидневки . . . —25° С
» холодных суток . . . . . —30° С

Расчетная температура наружного воздуха для керамзитобетонной стеновой панели будет $t_н = -\frac{25+30}{2} = -27{,}5°$ С.

Расчетная температура внутреннего воздуха жилых помещений $t_в = 18°$ С.

Определим сопротивление теплопередаче R_0^I по стыку панелей при средней толщине бетона в нем, равной 190 *мм*: $R_0^I = 0{,}133 + \frac{0{,}19}{0{,}925} + \frac{0{,}105}{0{,}3} + \frac{0{,}025}{0{,}65} + 0{,}050 = 0{,}776$ *м²·ч·град/ккал.*

Отношение $\frac{a}{\delta} = \frac{160}{320} = 0{,}5$. Так как включение бетона несквозное и расположено с внутренней стороны панели, принимаем величину η по схеме *III*, рис. 55[1]. По табл. 38 [10] (при отношении $\frac{a}{\delta} = 0{,}5$ и схеме *III*, получим $\eta = 1{,}24$.

По формуле (24) температура внутренней поверхности открытого стыка будет: $\tau'_в = 18 - \frac{0{,}776 + 1{,}24\,(1{,}177 - 0{,}776)}{0{,}766 \cdot 1{,}177} 0{,}133\,(18 + 27{,}5) = 18 - 8{,}5 = 9{,}5°$ С.

При относительной влажности воздуха в жилых помещениях, равной 55% (примечание 2 к п. 9.12), и температуре 18° С точка росы будет $\tau_р = 8{,}8°$ С. Температура внутренней поверхности стыка оказалась на 0,7° выше точки росы, следовательно, рассмотренный стык является удовлетворительным в теплотехническом отношении.

По нормальному сечению панели по формуле (21) температура внутренней поверхности будет: $\tau_в = 18 - \frac{18 + 27{,}5}{1{,}177} \cdot 0{,}133 = 18 - 5{,}1 = 12{,}9°$ С.

Следовательно, в местах стыков панелей температура на внутренней поверхности стены понижается на 3,4°.

Расчет плоского температурного поля. Плоским температурным полем называется такое поле, в котором температура изменяется только в двух направлениях (x и y), а в третьем направлении (z) остается постоянной. В ограждающих конструкциях плоское температурное поле будет при наличии в них элементов каркаса, стыков панелей, перемычек и пр., протяжение которых значительно превышает толщину ограждения. В этих случаях распределение температуры во всех плоскостях, параллельных плоскости поперечного сечения рассматриваемого элемента, будет одинаково, т.е. в плоскости поперечного сечения будем иметь плоское температурное поле.

Расчет плоского температурного поля делается следующим образом.

1. На сечение ограждения, в котором требуется рассчитать температурное поле, накладывается квадратная сетка с расстояниями Δ между ее узлами (рис. 57). Сетка накладывается таким образом, чтобы направление одних нитей было параллельно поверхностям

[1] Хотя глубина включения несколько больше половины толщины панели, принимаем схему *III* с целью увеличения надежности расчета.

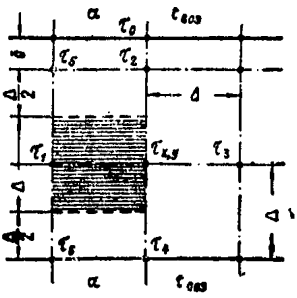


Рис. 57. К расчету температурного поля

ограждения и крайние нити совпадали с внутренней его поверхностью. Чем меньше будет величина Δ, тем точнее будет расчет, но при этом увеличивается его трудоемкость. Величина Δ выбирается таким образом, чтобы в пределах температурного поля располагалось от 30 до 60 узлов сетки.

Если в пределах температурного поля имеется металлическое включение, то нити сетки должны совпадать с осями основных направлений такого включения.

2. Задаются ориентировочно значения температур во всех узлах сетки температурного поля (начальное распределение температуры).

3. Последовательно проводится пересчет заданных температур во всех узлах сетки с заменой их полученными температурами (последовательные приближения), по формуле

$$\tau_{x,y} = \frac{k_1\tau_1 + k_2\tau_2 + k_3\tau_3 + k_4\tau_4}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}, \qquad (25)$$

где $\tau_{x,y}$ — температура в любом из узлов сетки;

τ_1, τ_2, τ_3, τ_4 — температуры в четырех соседних узлах сетки (см. рис. 57);

k_1, k_2, k_3, k_4 — коэффициенты теплопередачи от узла с температурой $\tau_{x,y}$ к четырем соседним узлам в *ккал/м² · ч · град*.

В частном случае, когда узел с температурой $\tau_{x,y}$ и четыре соседних с ним узла сетки расположены в пределах одного материала, температура этого узла вычисляется по формуле

$$\tau_{x,y} = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4}{4}. \qquad (26)$$

4. Коэффициенты теплопередачи между узлами сетки вычисляются по следующим формулам:

а) если между узлами находятся различные по теплопроводности материалы, по формуле

$$k = \frac{1}{R}, \qquad (27)$$

где R — термическое сопротивление части ограждения шириной Δ, лежащей между этими узлами (продольно заштрихованный квадрат между узлами $\tau_{x,y}$ и τ_1 на рис. 57), вычисляемое по формулам (8) или (10);

б) если между узлами сетки (в пределах квадрата со стороной Δ) находится только один материал или материалы с одинаковыми коэффициентами теплопроводности, по формуле

$$k = \frac{\lambda}{\Delta}, \qquad (28)$$

где λ — коэффициент теплопроводности материала в *ккал/м · ч · град*;

Δ — расстояние между узлами сетки в *м*;

в) между узлами, лежащими на поверхности, граничащей с воздухом (узлы *4* и *6* на рис. 57), по формуле

$$k = \frac{1}{2R}, \tag{29}$$

где R — термическое сопротивление прямоугольника шириной $\frac{\Delta}{2}$, лежащего между этими узлами.

Коэффициент теплопередачи от этих узлов к воздуху — по формуле

$$k = \alpha, \tag{30}$$

где α — коэффициент теплоотдачи от поверхности к воздуху в *ккал/м² · ч · град*;

г) для узлов, лежащих на расстоянии ∂ *м* от одной из поверхностей, граничащих с воздухом, коэффициент теплопередачи между узлами при $\partial < 0{,}5\Delta$ (узлы *2* и *5* на рис. 57) вычисляется по формуле

$$k = \frac{0{,}5\Delta + \partial}{\Delta} \cdot \frac{1}{R}, \tag{31}$$

где R — термическое сопротивление прямоугольника шириной $\frac{\Delta}{2} + \partial$, лежащего между этими узлами.

При $\partial \geqslant 0{,}5\Delta$ величина k определяется по формуле (27).

Коэффициент теплопередачи от этих узлов к воздуху — по формуле

$$k = \frac{1}{R + 1/\alpha}, \tag{32}$$

где R — термическое сопротивление части ограждения, расположенной между этими узлами и поверхностью, граничащей с воздухом.

5. Пересчет температур в узлах сетки по формулам (25) и (26) производится до тех пор, пока температуры во всех узлах сетки не будут удовлетворять соответствующим им формулам с точностью до 0,1°.

6. Если крайние узлы сетки не совпадают с поверхностью ограждения (узел *2* на рис. 57), то температуры поверхности после окончания расчета температурного поля вычисляются по формуле

$$\tau_0 = t_{воз} - \frac{(t_{воз} - \tau_2)\, k}{\alpha}, \tag{33}$$

где $t_{воз}$ — температура воздуха у поверхности ограждения;
k — коэффициент теплопередачи части ограждения, расположенной между узлом *2* и поверхностью ограждения, вычисляемой по формуле (27).

Пример 6. Рассчитать температурное поле стыка керамзитобетонных панелей (см. рис. 56), рассмотренного в примере 5, при температурах воздуха $t_в = 18°$ С и $t_н = -27{,}5°$ С. Коэффициенты теплопроводности материалов панели и стыка даны в примере 5.

Для расчета температурного поля накладываем на горизонтальное сечение стыка квадратную сетку с расстояниями между ее узлами $\Delta=60$ *мм* (рис. 58). Сетку располагаем вправо от оси симметрии стыка. В узлах сетки, помеченных номерами, температуры вычисляем по формуле (25), в узлах без номеров — по формуле (26). Каждому номеру узла соответствует своя расчетная формула.

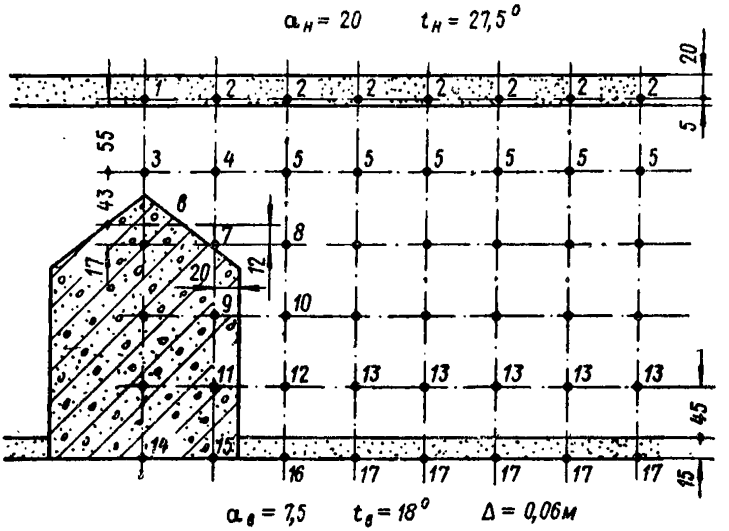


Рис. 58. Сетка температурного поля стыка панелей

Узел *1*

Этот узел расположен на оси симметрии и на расстоянии $д=20$ *мм* от наружной поверхности панели.

Коэффициенты теплопередачи будут:

к наружному воздуху по формуле (32) при $R=\frac{0{,}021}{0{,}65}=0{,}031$ $м^2\cdot ч\cdot град/ккал$ $k_{1-н}=\frac{1}{0{,}031+\frac{1}{20}}=\frac{1}{0{,}081}=12{,}35$ $ккал/м^2\cdot ч\cdot град$;

к узлу *2* — по цементному раствору $R^{I}=\frac{0{,}06}{0{,}65}=0{,}092$ $м^2\cdot ч\cdot град/ккал$, $F^{I}=25$ $мм^2$, по керамзитобетону $R^{II}=\frac{0{,}06}{0{,}3}=0{,}200$ $м^2\cdot ч\cdot град/ккал$, $F^{II}=25$ $мм^2$; по формуле (10 [5]) $R_{1-2}=\frac{50}{\frac{25}{0{,}092}+\frac{25}{0{,}200}}=0{,}126$ $м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; по формуле (31) $k_{1-2}=\frac{0{,}5\cdot 60+20}{60}\cdot\frac{1}{0{,}126}=6{,}62$ $ккал/м^2\cdot ч\cdot град$;

к узлу *3*: $R_{1-3}=\dfrac{0{,}005}{0{,}65}+\dfrac{0{,}055}{0{,}3}=0{,}191$ *м²·ч·град/ккал*;

$$k_{1-3}=\frac{1}{0{,}191}=5{,}24\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град}.$$

Так как узел *1* лежит на оси симметрии стыка, то в формуле (25) температуру узла *2* берем дважды и расчетная формула для узла *1* будет $\tau_1=\dfrac{12{,}35\,t_н+2\cdot6{,}62\,\tau_2+5{,}24\,\tau_3}{12{,}35+2\cdot6{,}62+5{,}24}=0{,}40\,t_н+0{,}43\,\tau_2+0{,}17\,\tau_3$.

Узлы *2*.

Аналогично узлу *1* получим

$$\tau_2=\frac{12{,}35\,t_н+6{,}62\,\tau_2'+6{,}62\,\tau_2''+5{,}24\,\tau_5}{12{,}35+2\cdot6{,}62+5{,}24}=0{,}40\,t_н+0{,}215\times$$
$$\times\left(\tau_2'+\tau_2''\right)+0{,}17\,\tau_5,$$

где τ_2' и τ_2'' — температуры в узлах, расположенных справа и слева от узла *2*.

Узел *3*

$k_{3-1}=k_{1-3}=5{,}24$ *ккал/м²·ч·град*; $k_{3-4}=\dfrac{0{,}3}{0{,}06}=5{,}0$ *ккал/м²·ч·град* [по формуле (28)].

К узлу *6* — при замене косого среза бетона в стыке ступенчатым (пунктир на рис. 58): $R_{3-6}=\dfrac{0{,}043}{0{,}3}+\dfrac{0{,}017}{0{,}025}=$

$=0{,}161$ *м²·ч·град/ккал*; $k_{3-6}=\dfrac{1}{0{,}161}=6{,}21$ *ккал/м²·ч·град*;

$$\tau_3=\frac{5{,}24\,\tau_1+2\cdot5{,}0\,\tau_4+6{,}21\,\tau_6}{5{,}24+2\cdot5{,}0+6{,}21}=0{,}244\,\tau_1+0{,}466\,\tau_4+0{,}290\,\tau_6.$$

Узел *4*

$$k_{4-3}=k_{4-5}=k_{3-4}=5{,}0\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град};$$
$$k_{4-2}=k_{3-1}=5{,}24\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град};$$

к узлу *7* — слева $R^{I}_{4-7}=R_{3-6}=0{,}161$ *м²·ч·град/ккал*;

$F^{I}=30$ *мм²*; справа $R^{II}_{4-7}=\dfrac{0{,}06}{0{,}3}=0{,}2$ *м²·ч·град/ккал*; $F^{II}=30$ *мм²*;

$$R_{4-7}=\frac{60}{\dfrac{30}{0{,}161}+\dfrac{30}{0{,}2}}=0{,}178\ \text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град/ккал};$$

$$k_{4-7}=\frac{1}{0{,}178}=5{,}62\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град}.$$

$$\tau_4=\frac{5{,}0\,\tau_3+5{,}24\,\tau_2+5{,}0\,\tau_5+5{,}62\,\tau_7}{5{,}0+5{,}24+5{,}0+5{,}62}=$$
$$=0{,}24\,(\tau_3+\tau_5)+0{,}25\,\tau_2+0\ 27\,\tau_7.$$

Узлы *5*

$$k_{5-8} = k_{5-0} = k_{5-5} = 5{,}0 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град};$$

$$\tau_5 = \frac{5{,}24\,\tau_2 + 5{,}0\left(\tau_5' + \tau_5'' + \tau_0\right)}{5{,}24 + 3 \cdot 5{,}0} = 0{,}259\,\tau_2 + 0{,}247\left(\tau_5' + \tau_5'' + \tau_0\right).$$

Узел *6*

$$k_{6-3} = 6{,}21 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град};$$

$$k_{6-0} = \frac{0{,}925}{0{,}06} = 15{,}42 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град};$$

к узлу *7* — по керамзитобетону $R^{\text{I}} = \frac{0{,}06}{0{,}3} = 0{,}2$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{I}} = 13$ мм²; по бетону стыка $R^{\text{II}} = \frac{0{,}06}{0{,}925} = 0{,}065$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{II}} = 47$ мм²; $R_{6-7} = \frac{60}{\frac{13}{0{,}2} + \frac{47}{0{,}065}} = 0{,}076$ м²·ч·град/ккал;

$$k_{6-7} = \frac{1}{0{,}076} = 13{,}16 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град};$$

$$\tau_6 = \frac{6{,}21\,\tau_3 + 13{,}16 \cdot 2\,\tau_7 + 15{,}42\,\tau_0}{6{,}21 + 2 \cdot 13{,}16 + 15{,}42} = 0{,}13\,\tau_3 + 0{,}55\,\tau_7 + 0{,}32\,\tau_0.$$

Узел *7*

$k_{7-6} = 13{,}16$ ккал/м²·ч·град; $k_{7-4} = 5{,}62$ ккал/м²·ч·град;

к узлу *8* — по керамзитобетону $R^{\text{I}} = \frac{0{,}06}{0{,}3} = 0{,}2$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{I}} = 42$ мм²; по бетону и керамзитобетону $R^{\text{II}} = \frac{0{,}02}{0{,}925} + \frac{0{,}04}{0{,}3} = 0{,}155$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{II}} = 18$ мм²;

$$R_{7-8} = \frac{60}{\frac{42}{0{,}2} + \frac{18}{0{,}155}} = 0{,}184 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал};$$

$$k_{7-8} = \frac{1}{0{,}184} = 5{,}44 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}.$$

к узлу *9* — по бетону стыка $R^{\text{I}} = \frac{0{,}06}{0{,}925} = 0{,}065$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{I}} = 30$ мм²; по керамзитобетону и бетону $R^{\text{II}} = \frac{0{,}012}{0{,}3} + \frac{0{,}048}{0{,}925} = 0{,}092$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{II}} = 20$ мм²; по керамзитобетону $R^{\text{III}} = \frac{0{,}06}{0{,}3} = 0{,}200$ м²·ч·град/ккал; $F^{\text{III}} = 10$ мм²;

$$R_{7-9} = \frac{60}{\frac{30}{0{,}065} + \frac{20}{0{,}092} + \frac{10}{0{,}200}} = 0{,}082\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$k_{7-9} = \frac{1}{0{,}082} = 12{,}2\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$\tau_7 = \frac{13{,}16\,\tau_6 + 5{,}62\,\tau_4 + 5{,}44\,\tau_8 + 12{,}2\,\tau_9}{36{,}42} =$$

$$= 0{,}362\,\tau_6 + 0{,}154\,\tau_4 + 0{,}149\,\tau_8 + 0{,}335\,\tau_9$$

Узел 8

$$\tau_8 = \frac{5{,}44\,\tau_7 + 5{,}0\,(\tau_5 + \tau_0 + \tau_{10})}{20{,}44} =$$

$$= 0{,}265\,\tau_7 + 0{,}245\,(\tau_5 + \tau_0 + \tau_{10}).$$

Узел *9*

$$k_{9-10} = \frac{1}{0{,}155} = 6{,}45\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$R_{9-11} = \frac{60}{\frac{50}{0{,}065} + \frac{10}{0{,}200}} = 0{,}073\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$k_{9-11} = \frac{1}{0{,}073} = 13{,}7\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$\tau_9 = \frac{15{,}42\tau_0 + 12{,}2\tau_7 + 6{,}45\tau_{10} + 13{,}7\tau_{11}}{47{,}77} =$$

$$= 0{,}323\tau_0 + 0{,}255\tau_7 + 0{,}135\tau_{10} + 0{,}287\tau_{11}.$$

Узел *10*

$$\tau_{10} = \frac{6{,}45\tau_9 + 5{,}0\,(\tau_8 + \tau_{10} + \tau_{12})}{21{,}45} =$$

$$= 0{,}301\tau_9 + 0{,}233\,(\tau_8 + \tau_0 + \tau_{12}).$$

Узел *11*

К узлу *15* — по бетону стыка $R^{I} = \frac{0{,}06}{0{,}925} = 0{,}065\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$; $F^{I} = 50\ мм^2$; по керамзитобетону и фактурному слою $R^{II} = \frac{0{,}045}{0{,}3} + \frac{0{,}015}{0{,}65} = 0{,}173\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$; $F^{II} = 10\ мм^2$;

$$R_{11-15} = \frac{60}{\frac{50}{0{,}065} + \frac{10}{0{,}173}} = 0{,}072\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$k_{11-15} = 13{,}9\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$\tau_{11} = \frac{15{,}42\tau_0 + 13{,}7\tau_9 + 6{,}45\tau_{12} + 13{,}9\tau_{15}}{49{,}47} =$$

$$= 0{,}312\tau_0 + 0{,}277\tau_9 + 0{,}130\tau_{12} + 0{,}281\tau_{15}.$$

Узел *12*

$$R_{12-16} = 0{,}173\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$k_{12-16} = \frac{1}{0{,}173} = 5{,}78\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$\tau_{12} = \frac{6{,}45\tau_{11} + 5{,}0\,(\tau_{10} + \tau_{13}) + 5{,}78\tau_{16}}{22{,}23} =$$

$$= 0{,}29\tau_{11} + 0{,}225\,(\tau_{10} + \tau_{13}) + 0{,}26\tau_{16}.$$

Узлы *13*

$$\tau_{13} = \frac{5{,}0\left(\tau'_{13} + \tau_0 + \tau''_{13}\right) + 5{,}78\tau_{17}}{20{,}78} =$$

$$= 0{,}241\left(\tau'_{13} + \tau_0 + \tau''_{13}\right) + 0{,}277\tau_{17}.$$

Узел *14*

К узлу *15*. Так как узел *14* лежит на поверхности, граничащей с внутренним воздухом, по формуле (29) получим:

$$k_{14-15} = \frac{1}{2 \cdot 0{,}065} = 7{,}69\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

к внутреннему воздуху — по формуле (30) $k_{14-в} = 7{,}5$ *ккал/м²* · *ч* · *град*; $\tau_{14} = \dfrac{15{,}42\tau_0 + 2 \cdot 7{,}69\tau_{15} + 7{,}5t_в}{38{,}3} = 0{,}402\,(\tau_0 + \tau_{15}) + 0{,}196t_в.$

Узел *15*

К узлу *16* — по бетону и керамзитобетону $R^{I} = 0{,}155\ м^2 ч \cdot град/ккал$; $F^{I} = 15\ мм^2$; по бетону и фактурному слою $R^{II} = \dfrac{0{,}02}{0{,}925} + \dfrac{0{,}04}{0{,}65} = 0{,}083\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$; $F^{II} = 15\ мм^2$;

$$R_{15-16} = \frac{30}{\dfrac{15}{0{,}155} + \dfrac{15}{0{,}083}} = 0{,}108\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$k_{15-16} = \frac{1}{2 \cdot 0{,}108} = 4{,}63\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град;$$

$$\tau_{15} = \frac{7{,}69\tau_{14} + 13{,}9\tau_{11} + 4{,}63\tau_{16} + 7{,}5t_в}{33{,}72} =$$

$$= 0{,}228\tau_{14} + 0{,}413\tau_{11} + 0{,}137\tau_{16} + 0{,}222t_в.$$

Узел *16*

$$k_{16-12}=5{,}78\ ккал/м^2\cdot ч\cdot град.$$

К узлу *17*— по керамзитобетону $R^{I}=\frac{0{,}06}{0{,}3}=0{,}20\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $F^{I}=15\ мм^2$; по фактурному слою $R^{II}=\frac{0{,}06}{0{,}65}=0{,}092\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $F^{II}=15\ мм^2$.

$$R_{16-17}=\frac{30}{\frac{15}{0{,}20}+\frac{15}{0{,}092}}=0{,}126\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал;$$

$$k_{16-17}=\frac{1}{2\cdot 0{,}126}=3{,}97\ ккал/м^2\cdot ч\cdot град;$$

$$\tau_{16}=\frac{4{,}63\tau_{15}+5{,}78\tau_{12}+3{,}97\tau_{17}+7{,}5t_в}{21{,}88}=$$

$$=0{,}212\tau_{15}+0{,}264\tau_{12}+0{,}181\tau_{17}+0{,}343t_в.$$

Узел *17*

$$\tau_{17}=\frac{3{,}97\left(\tau'_{17}+\tau''_{17}\right)+5{,}78\tau_{13}+7{,}5t_в}{21{,}22}=$$

$$=0{,}187\left(\tau'_{17}+\tau''_{17}\right)+0{,}272\tau_{13}+0{,}354t_в.$$

Начальными значениями температур в узлах сетки задаемся на основании следующих соображений. В отдалении от оси стыка распределение температуры будет таким же, как в панели при отсутствии стыка. Такое распределение температуры принимаем в узлах, отстоящих от оси стыка более чем на толщину панели. По оси стыка принимаем распределение температуры, соответствующее случаю отсутствия влияния на него панели. В остальных узлах принимаем промежуточные значения температур.

Результаты расчета температурного поля даны на рис. 59. В каждом узле стыка температура соответствует расчетной формуле с точностью до 0,1°. В узлах крайней правой нити сетки температуры соответствуют температурам по толщине панели при отсутствии стыка, следовательно, влияние стыка на распределение температуры в панели распространяется на расстоянии 0,54 *м* от оси стыка. На внутренней поверхности панели влияние стыка распространяется только на 0,18 *м* от его оси.

Температуры наружной поверхности панели получим по формуле (33):

на оси стыка

$$\tau_0=-27{,}5-\frac{27{,}5+23{,}3}{20}12{,}35=-27{,}5+2{,}6=-24{,}9°\ С;$$

против крайнего правого узла сетки, где влияние стыка отсутствует:

$$\tau_н=-27{,}5-\frac{-27{,}5+24{,}4}{20}12{,}35=-27{,}5+1{,}9=-25{,}6°\ С.$$

Расчетом температурного поля определена температура на внутренней поверхности стены по оси стыка, равная 9,9° С, т. е. на 0,4° выше против полученной в примере 5 по формуле (24).

Вычисление температурного поля является кропотливой и очень трудоемкой работой. Это вычисление резко упрощается при расчете температурного поля на электроинтеграторе, в котором термические сопротивления между узлами сетки заменяются омическими сопротивлениями, а температура — электрическим потенциалом.

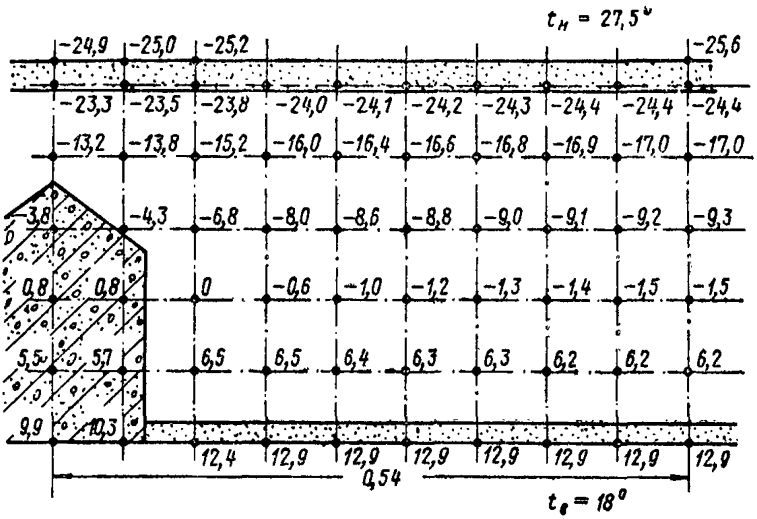


Рис. 59. Температурное поле стыка панелей

Пример 7.

По данным расчета температурного поля стыка панелей (см. рис. 59) определить термическое сопротивление вертикальной полосы панелей шириной 0,3 *м* по их стыку.

На этой полосе располагаются по $2^1/_2$ клетки сетки в обе стороны от оси стыка. Средние температуры внутренней и наружной поверхности этой полосы будут:

$$\text{внутренней } \tau_в = \frac{9{,}9 + 2(10{,}3 + 12{,}4)}{5} = 11{,}1° \text{ С};$$

$$\text{наружной } \tau_н = -\frac{24{,}9 + 2(25{,}0 + 25{,}2)}{5} = -25{,}1° \text{ С},$$

По формуле (13) термическое сопротивление будет: $R = \frac{11{,}1 + 25{,}1}{18 - 11{,}1} \times$ $\times 0{,}133 = 0{,}698$ *м²·ч·град/ккал*.

ГЛАВА 10

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ И ОГРАЖДЕНИЙ

10.1 (СНиП II-А.7-62, п. 4.1). Колебания температуры внутреннего воздуха в помещениях жилых, а также общественных (больницах, поликлиниках, детских яслях-садах и школах) зданий в зимнее время не должны превышать: при наличии центрального отопления $\pm 1{,}5°$, при печном отоплении $\pm 3°$ в течение суток.

Примечания: 1. При наличии в здании центрального отопления с автоматическим регулированием температуры внутреннего воздуха теплоустойчивость помещений и ограждений не нормируется.

2. Величина амплитуды колебания температуры воздуха в помещениях отапливаемых зданий в зимнее время определяется расчетом.

3. Теплоустойчивость помещений в отношении ограничения колебания температуры воздуха в них в течение суток при периодически действующем отоплении может быть обеспечена:

а) применением отопительных устройств с малой величиной коэффициента неравномерности их теплоотдачи;

б) повышением величин сопротивления теплопередаче наружных ограждений помещения;

в) применением отделки внутренних поверхностей помещения материалами с большим коэффициентом теплоусвоения.

Способность помещения воздействовать на снижение амплитуды колебаний температуры внутреннего воздуха при колебании теплового потока, отдаваемого отопительным прибором, называется *теплоустойчивостью отапливаемого помещения.*

Теплоустойчивостью наружного ограждения называется его способность обеспечивать допустимую амплитуду колебания температуры на внутренней поверхности ограждения при колебании проходящего через него теплового потока.

Величина амплитуды колебания температуры воздуха в помещения A_t по п. 2 примечания определяется по следующей формуле:

$$A_t = \frac{0{,}7mQ_z}{\Sigma BF_в} \text{ град}, \qquad (34)$$

где 0,7 — коэффициент, учитывающий значения поправочных коэффициентов на негармоничность кривой теплоотдачи печи, лучеиспускания печи, мебели и бытового тепла;

m — коэффициент неравномерности отдачи тепла отопительным прибором (см. табл. 39);

Q_z — теплопотери помещения в *ккал/ч*;

B — теплопоглощение внутренними поверхностями ограждающих конструкций в *ккал/м² · ч · град* [см. формулу (35)];

$F_в$ — площади внутренних поверхностей ограждения помещения в *м²*.

Таблица 39

Коэффициент неравномерности отдачи тепла

Система отопления и режим работы	Коэффициент m
Центральное водяное с непрерывным обслуживанием	0,1
То же, паровое или нетеплоемкими печами:	
время топки 18 *ч*, перерыв 6 *ч*	0,8
» » 12 » » 12 »	1,4
» » 6 » » 13 »	2,2
Поквартирное водяное отопление (время топки 6 *ч*)	1,5
Печное отопление теплоемкими печами при топке их один раз в сутки:	
толщина стенок печи $^1/_2$ кирпича	0,4—0,9
то же, $^1/_4$ кирпича	0,7—1,4
Русская печь	0,35

Величина теплопотерь помещения определяется как сумма теплопотерь всех наружных ограждений. При этом разность температур внутреннего и наружного воздуха для печного отопления при двухразовой топке принимается равной $^2/_3$ от расчетной разности для указанного климатического района.

Теплопоглощение внутренними поверхностями ограждения вычисляется по формуле:

$$B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{У_в}} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}, \qquad (35)$$

где $\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия в *ккал/м² · ч × × град*, см. табл. 30 [5];

$У_в$ — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения (при периоде 24 *ч*) в *ккал/м² · ч · град* (см. п. 10.4).

Для окон

$$B = \frac{0{,}925}{R_o} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}, \qquad (36)$$

где R_o — сопротивление теплопередаче окна в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$.

Пример 1. Определить колебания температуры воздуха A_t в угловом жилом помещении площадью 21,6 $м^2$ (рис. 60) одноэтажного

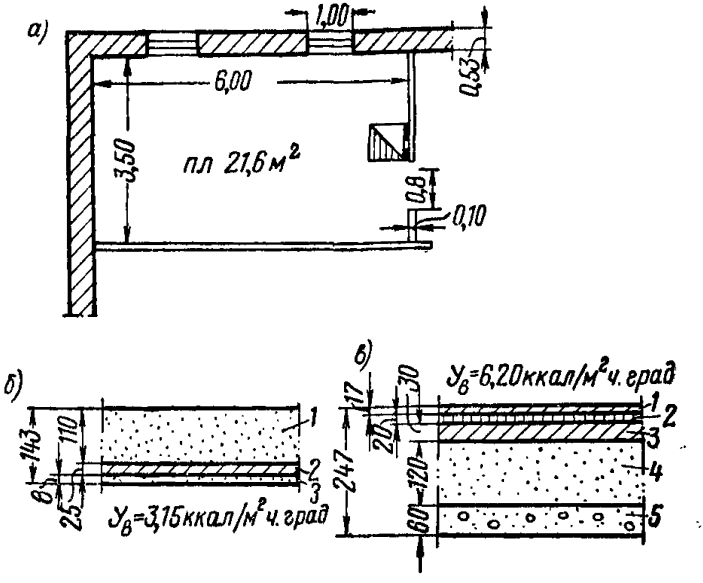


Рис. 60. План и конструкции помещения

а — план помещения (высота комнаты 5 *м*, окон 1,6 *м*, дверей 2,2 *м*); *б* — чердачное перекрытие ($У_в$ = =3,15 *ккал/м² · ч · град)*; *1* — шлак гранулированный; *2* — накат; *3* — сухая штукатурка; *в* — перекрытие над подвалом ($У_в$=6,2 *ккал/м² · ч · град*); *1* — паркет; *2* — асфальт; *3* — шлакобетон; *4* — шлак глазурованный; *5* — железобетон

дома с печным дровяным отоплением при неотапливаемом подвале.

Печь, установленная в помещении, имеет коэффициент неравномерности m=0,5. Наружные стены выполнены из кирпича с внутренней известковой штукатуркой. Общая толщина стены 53 *см*. Здание эксплуатируется в климатических условиях города Тернополя, находящегося в зоне нормальной влажности с расчетными температурами наружного воздуха наиболее холодной пятидневки $t_н$= = —18°С и наиболее холодных суток $t_н$=—26° С.

Для стен средней массивности расчетная температура определяется как средняя из приведенных: $t_н = \frac{18+26}{2} = 22°С$.

Влажностный режим помещений «нормальный», следовательно, теплофизические характеристики принимаются по графе Б табл. 28 [1]:
кирпичная кладка $\gamma=1800$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}7$ *ккал/м · ч · град*, $s=8{,}3$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*;
штукатурка $\gamma=1600$ *кг/м*^{3}; $\lambda=0{,}7$ *ккал/м · ч · град*, $s=7{,}65$ *ккал/м*^{2} *· ч · град*.

Сопротивление теплопередаче стены

$$R_0=\frac{1}{\alpha_в}+\frac{\delta}{\lambda}+\frac{1}{\alpha_н}=0{,}133+\frac{0{,}53}{0{,}7}+$$
$$+0{,}05=0{,}94\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал.$$

Общая площадь для подсчета теплопотерь поверхности наружных стен $F_н=30{,}9$ *м*^{2}. Площадь внутренней поверхности стен за вычетом площадей окон $F_в=25{,}6$ *м*^{2}.

Определяем коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности стены.

При характеристике тепловой инерции первого слоя $D=R_1s_1=\frac{0{,}02}{0{,}7}7{,}65=023<1$ и D второго слоя $\frac{0{,}51}{0{,}7}8{,}3=6{,}05$; $D_1+D_2>1$ (по формуле п. 4.4 СНиП II-А.7-62): $Y_в=\frac{R_1s_1^2+s_2}{1+R_1s_2}=\frac{0{,}03(7{,}65)^2+8{,}3}{1+0{,}03\cdot 8{,}3}=$

$$=\frac{10{,}05}{1{,}25}\approx 8{,}0.$$

Теплопоглощение внутренних поверхностей наружных стен $B=\frac{1}{\frac{1}{\alpha_в}+\frac{1}{Y_в}}=\frac{1}{\frac{1}{7{,}5}+\frac{1}{8{,}0}}=3{,}9$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*.

Определяем B чердачного перекрытия.

1-й слой — гипсовая штукатурка:

$\lambda=0{,}2$; $s_1=3{,}5$; $D_1=R_1s_1=\frac{0{,}018}{0{,}2}3{,}5=0{,}14<1$;

2-й слой — накат: $\lambda_2=0{,}15$; $s_2=3{,}6$; $D_2=\frac{0{,}025}{0{,}15}3{,}6=0{,}8<1$;

$D_1+D_2=0{,}74<1$;

3-й слой — гранулированный шлак: $\lambda_3=0{,}14$; $s_3=1{,}9$; $D_3=\frac{0{,}11}{0{,}14}\times$ $\times 1{,}9=1{,}4>1$;

$$D_1+D_2+D_3>1.$$

$$Y_2=\frac{R_2\cdot s_2^2+s_3}{1+R_2s_3}=\frac{0{,}167(3{,}6)^2+1{,}9}{1+0{,}167\cdot 1{,}9}=\frac{4{,}06}{1{,}3}=3{,}1.$$

$$Y_в=\frac{R_1s_1^2+s_2}{1+R_1s_2}=\frac{0{,}04(3{,}5)^2+3{,}1}{1+0{,}04\cdot 3{,}1}=\frac{3{,}5}{1{,}12}=3{,}15.$$

$$B=\frac{1}{\frac{1}{7{,}5}+\frac{1}{3{,}15}}=2{,}22\ ккал/м^2\cdot ч\cdot град.$$

Таблица 40

Расчетная таблица к определению колебания температуры воздуха в помещении в зимних условиях

Наименование ограждения	Теплопотери					Теплопоглощение			
	R, $\frac{м^2 \cdot ч \cdot град}{ккал}$	$F_в$, $м^2$	$t_{расч.}$	надбавки к теплопотерям	Q_z, $\frac{ккал}{ч}$	$y_в$, $\frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot град}$	B, $\frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot град}$	$F_в$, $м^2$	$BF_в$, $\frac{ккал}{ч \cdot град}$
Наружные стены .	1,02	30,9	27	21	990	8,1	3,9	25,6	100
Окна	0,43	3,2	27	21	240	—	2,15	3,2	7
Чердачные перекрытия	1,23	22,1	24	—	430	3,15	2,22	21,6	48
Пол	1,3	22,1	16	—	270	6,20	3,4	21,6	73
Перегородки . . .	—	—	—	—	—	2,25	1,73	27,0	47
Дверь	—	—	—	—	—	1,30	1,11	1,8	2
Итого . . .					$Q_z = 1930 \frac{ккал}{ч}$				$\Sigma BF_в = 277 \frac{ккал}{ч \cdot град}$

$$A_t = \frac{0{,}7\, m\, Q_z}{\Sigma B F_в} = \frac{0{,}7 \cdot 0{,}5 \cdot 1930}{277} = 2{,}4^\circ < 3^\circ.$$

Перегородки: $Y_в = 2{,}25$; $B = 1{,}73$.

При вычислении $Y_в$ перегородки принимается половина ее толщины, так как по оси перегородки $Y = 0$.

Пол: $Y_в = 6{,}2$; $B = 3{,}39$.

Дверь в перегородке: $Y_в = 1{,}30$; $B = 1{,}11$.

Окна: $R_о = 0{,}43$; $B = \dfrac{0{,}925}{0{,}43} = 2{,}15$.

Для определения потерь тепла через стены t расчетная принимается из условия $t_{расч} = \dfrac{2}{3}(t_в - t_н) = \dfrac{2}{3}(18+22) = 27°$ С.

Для расчета теплопотерь через чердачное перекрытие вводится в определение расчетной температуры коэффициент 0,9: $t'_{расч} = t_{расч} \cdot 0{,}9 = 27 \cdot 0{,}9 = 24°$ С.

Для надподвального перекрытия — коэффициент 0,6: $t''_{расч} = t_{расч} \cdot 0{,}6 = 27 \cdot 0{,}6 = 16°$ С.

К теплопотерям наружных стен и окон вводятся надбавки на ориентацию по странам света и на ветер — 16%, на наличие в помещении двух наружных стен — 5%.

Расчеты по определению теплопотерь и теплопоглощений представлены в табл. 40.

В результате расчета получена амплитуда колебания температуры $A_t = 2{,}4° < 3°$, что удовлетворяет требованиям п. 4.1 главы СНиП II-А.7-62.

10.2 (СНиП II-А.7-62, п. 4.2.). Теплоустойчивость ограждающих конструкций помещений зданий, указанных, в п. [4.1], в зимних условиях должна проверяться по формуле

$$\psi = \frac{R_о}{R_в + \dfrac{m}{Y_в}}, \qquad (37[11])$$

где ψ — коэффициент теплоустойчивости ограждения;

$R_о$ — сопротивление теплопередаче ограждения в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$;

$R_в$ — сопротивление тепловосприятию в $м^2 \cdot ч \times \times град/ккал$;

m — коэффициент неравномерности отдачи тепла отопительным прибором;

$Y_в$ — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения в $ккал/м^2 \cdot ч \cdot град$;

Примечание. Величина коэффициента m принимается соответствующей данному отопительному прибору.

Для центрального отопления $m = 0{,}1$.

При наличии печного отопления коэффициент m печи, соответствующей топке ее 2 раза в сутки, должен быть не более определяемого по формуле

$$m = \frac{(R_о - \psi R_в) Y_в}{\psi}. \qquad (38[11'])$$

10.3 (СНиП II-А.7-62, п. 4.3.). Величина коэффициента теплоустойчивости наружных ограждающих конструкций жилых зданий, а также больниц, поликлиник, детских яслей-садов и школ должна быть не менее значений, указанных в табл. 41 [11].

Таблица 41[11]

Нормируемые величины коэффициента теплоустойчивости наружных ограждающих конструкций ψ

Коэффициент теплоустойчивости ψ при температуре наиболее холодной пятидневки				
−10°С	−20°С	−30°С	−40°С	−50°С
не менее				
3,5	4,5	5,5	6,5	7,5

10.4 (СНиП II-А.7-62, п. 4.4). Величину коэффициентов теплоусвоения внутренней поверхности ограждения $У_в$, входящую в формулу (37), вычисляют следующим образом:

а) если первый слой ограждения, непосредственно прилегающий к поверхности ограждения, обращенной в помещение, имеет величину характеристики тепловой инерции $D_1 \geqslant 1$, то $У_в = s_1$,

где s_1 — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя в *ккал/м² · ч · град*;

б) если первый слой имеет $D_1 < 1$, но $D_1 + D_2 \geqslant 1$ (где D_2 — характеристика тепловой инерции второго слоя), то величину $У_в$ вычисляют по формуле

$$У_в = \frac{R_1 s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2}, \qquad (39[12])$$

где R_1 — термическое сопротивление первого слоя в *м² · ч · град/ккал*;

s_1 — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя в *ккал/м² · ч · град*;

s_2 — то же, второго слоя в *ккал/м² · ч · град*;

в) если величину $D \geqslant 1$ дают в сумме только n первых слоев ограждения считая от внутренней поверхности, то определение коэффициента теплоусвоения начинают с внутренней поверхности n—1-го слоя по формуле

$$У_{n-1} = \frac{R_{n-1} s_{n-1}^2 + s_n}{1 + R_{n-1} s_n}; \qquad (40[13])$$

затем определяют коэффициент теплоусвоения n—2-го слоя по формуле

$$Y_{n-2} = \frac{R_{n-2}\, s^2_{n-2} + Y_{n-1}}{1 + R_{n-2}\, Y_{n-1}}, \qquad (41[14])$$

где Y_{n-1} — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности n—1-го слоя, предварительно вычисленный по формуле (13).

Затем таким же образом вычисляют коэффициент теплоусвоения следующих слоев до 1-го слоя, коэффициент теплоусвоения которого будет $Y_в$.

Примечание. Нумерация слоев дана в направлении от внутренней к наружной поверхности ограждения.

Пример 2. Определить теплоустойчивость наружной стены средней массивности жилого дома из керамзитобетонных стеновых панелей (см. рис. 56), рассмотренного в примере 5 главы 9.

В доме центральное отопление, коэффициент неравномерности отдачи тепла $m = 0{,}1$.

Общее термическое сопротивление стены $R_o = 1{,}177$ *м²·ч·град/ккал*.

Для определения коэффициента теплоусвоения внутренней поверхности ограждения $Y_в$ находим характеристику тепловой инерции:

1-го фактурного слоя панели

$$D_1 = R_1 s_1 = \frac{0{,}015}{0{,}65} 7{,}8 = 0{,}18 < 1;$$

2-го слоя

$$D_2 = \frac{0{,}28}{0{,}3} 4{,}15 = 3{,}87;$$

$$D_1 + D_2 = 4{,}05 > 1;$$

$$Y_в = \frac{R_1\, s_1^2 + s_2}{1 + R_1 s_2} = \frac{0{,}023\,(7{,}8)^2 + 4{,}15}{1 + 0{,}023 \cdot 4{,}15} \approx 5{,}1 \text{ ккал/м²·ч·град},$$

Теплоустойчивость стены

$$\psi = \frac{R_o}{R_в + \dfrac{m}{Y_в}} = \frac{1{,}177}{0{,}133 + \dfrac{0{,}1}{5{,}1}} \approx 7{,}7 > 5{,}5,$$

что удовлетворяет требованиям табл. 41 [11].

10.5 (СНиП II-А.7-62, п. 4.5.). Для обеспечения теплоустойчивости наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий в отношении воздействия на них солнечной радиации в летнее время в жилых, общественных (больницах, поликлиниках, детских яслях-садах и школах), а также в производственных зданиях, предназначенных

для размещения производств, требующих автоматического регулирования температуры и влажности воздуха помещений, в южных районах с летними температурами наружного воздуха 25° С и выше (см. п. [2.3] * затухание в них суточных колебаний температуры наружного воздуха должно быть не менее величин, приведенных в табл. 12.

(См. табл. 42[12] настоящего Пособия).

Таблица 42[12]

Нормируемые величины затухания ν колебаний температуры наружного воздуха в ограждающих конструкциях зданий для южных районов СССР [1]

Наименование наружных ограждений	Значения величин ν при летних температурах в *град*	
	от 25 до 29	от 30 и выше
	не менее	
Бесчердачные покрытия (совмещенные крыши), в том числе с вентилируемыми воздушными прослойками	25	35
Чердачные перекрытия и наружные стены, ориентированные на юг, восток или запад	15	25

Примечание. Требование п. 4.5 не распространяется на остекленные поверхности наружных ограждений, а также на бесчердачные покрытия (совмещенные крыши) с водоналивными кровлями и с другими конструктивными решениями и мероприятиями, при которых обеспечивается эффективная защита покрытия от перегрева.

[1] Таблица, приведенная в СНиП, служит для сравнительной оценки при проектировании отдельно взятых ограждающих конструкций.

При наличии метода расчета теплоустойчивости помещений необходимость в этой таблице отпадает.

Теплотехнический расчет водоналивных покрытий (примечание к п. 4.5) производится для зданий, имеющих избытки явного тепла менее 20 *ккал/м*$^3 \cdot$ *ч*.

Конструкция водоналивного покрытия проектируется и рассчитывается из условий зимнего режима. В летних

* Или п. 8.3 главы 8 настоящего Пособия.

условиях толщину слоя воды для всех районов строительства рекомендуется принимать 0,08 *см*.

Амплитуда колебания температуры на внутренней поверхности водоналивного покрытия в летних условиях определяется по формуле

$$A_{\tau_в} = \frac{0{,}01\alpha_н I e^{-\varkappa_1}}{1{,}3 + 0{,}5\,\alpha_в}, \qquad (42)$$

где I — среднесуточная интенсивность полного солнечного облучения горизонтальной поверхности для июля в *ккал/м²·ч* (приложение к табл. 4, графа 8, главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования»);

$\alpha_в$ — коэффициент теплообмена у внутренней поверхности в *ккал/м²·ч·град* (табл. 5 главы СНиП II-А.7-62);

$e^{-\varkappa_1}$ — определяется по табл. 43;

$$\varkappa_1 = +7{,}9\,\delta + 0{,}5D, \qquad (43)$$

где δ — толщина покрытия в *м* без учета слоя воды;

D — показатель тепловой инерции покрытия без учета слоя воды;

$\alpha_н$ — условный коэффициент теплообмена у поверхности воды в *ккал/м²·ч·град*, вычисляется по формуле

$$\alpha_н = 18 + 11\,v, \qquad (44)$$

где v — среднесуточная скорость ветра в июле, которая принимается минимальной при повторяемости не ниже 10%, но не менее 0,5 *м/сек* (графы 11—19 табл. 5 главы СНиП II-А.6-62).

Среднесуточный перепад температур между внутренней поверхностью покрытия и внутренним воздухом (в *град*) определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{\theta - t_в + I\left(\frac{1}{\alpha_н} - 0{,}006\right)}{1 + \alpha_в R}, \qquad (45)$$

где $t_в$ — расчетная летняя температура внутреннего воздуха в *град*, принимается по табл. 1 главы СНиП II-Г.7-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования»;

R — термическое сопротивление водоналивного покрытия без учета слоя воды в $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$;

θ — условная температура наружного воздуха в *град*, определяемая для $\varphi_{ср} < 80\%$ по формуле:

$$\theta = t_{н}^{ср} - \frac{15{,}2 + 13v}{\alpha_{н}} \left[0{,}68\, e\left(\frac{100}{\varphi_{ср}} - 1\right) + 0{,}25\, A_{t_{н}}\right]; \quad (46)$$

при $\varphi_{ср} \geqslant 80\%$ по формуле

$$\theta = t_{н}^{ср} - 0{,}25 \frac{15{,}2 + 13v}{\alpha_{н}} A_{t_{н}}; \quad (47)$$

где $t_{н}^{ср}$ — среднесуточная температура наружного воздуха в *град* (графа 8 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62);

$A_{t_{н}}$ — средняя амплитуда колебаний температуры наружного воздуха в *град* (графа 8 табл. 2 главы СНиП II-А.6-62);

e — абсолютная влажность воздуха в *мм рт. ст.* (графа 8 табл. 3 главы СНиП II-А.6-62);

$\varphi_{ср}$ — средняя относительная влажность воздуха в 7 *ч* в % (графа 15 табл. 3 главы СНиП II-А.6-62).

Максимальный суточный тепловой поток через внутреннюю поверхность покрытия, направленный в помещение, определяется по формуле

$$q_{макс} = -\alpha_{в} \Delta t - 10 A_{\tau_{в}}. \quad (48)$$

Если в расчетах по формуле (48) $q_{макс}$ приобретает знак «+», это означает, что тепловой поток направлен из помещения. При знаке «—» тепловой поток направлен в помещение.

Время прохождения в помещение максимального теплового потока (в часах по декретному времени) определяется по формуле

$$z = 10 + 1{,}9D + 31\delta. \quad (49)$$

Полное количество тепла, отводимое из помещения за сутки, определяется:

$$q_{полн} = -24\, \alpha_{в} \Delta t. \quad (50)$$

Максимальная суточная температура поверхности покрытия под слоем воды определяется по формуле

$$t_{макс} = \theta + I\left(\frac{1}{\alpha_{н}} - 0{,}006\right) + 0{,}004\, \alpha_{н}\, Ie^{-x_{э}}, \quad (51)$$

при этом

$$\varkappa_2 = +7{,}8\,\delta + 0{,}31; \qquad (52)$$

$e^{-\varkappa_2}$ определяется по табл. 43.

Суточный расход воды на испарение составит:

$$G = (0{,}027 + 0{,}022\,v)\,(t_{\text{макс}} - \theta)^2. \qquad (53)$$

Пример 3. Требуется произвести теплотехнический расчет водоналивного покрытия производственного здания, расположенного в районе Ашхабада.

Производственное помещение отапливаемое имеет избытки явного тепла менее 20 *ккал/м³ · ч*. Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi = 50\%$.

Температура внутреннего воздуха в холодный период года $t_в = 20°$ С, в теплый $t_в = 28°$ С. Теплотехнические характеристики материалов конструкции принимаются по графе А табл. 1 главы СНиП II-А.7-62.

Категория работ, производимых в помещении, средней тяжести.

Конструкция водоналивного покрытия состоит из следующих элементов.

Защитный слой из двух слоев гравия на дегтевой мастике: $\delta_i = 0{,}025$; $\lambda_i = 0{,}9$ *ккал/м · ч · град*; $s_i = 14$ *ккал/м² · ч · град*.

Гидроизоляционный ковер из четырех слоев толь-кожи на дегтевой мастике: $\delta_i = 0{,}012$; $\lambda_i = 0{,}15$; $s_i = 2{,}85$.

Стяжка из литого асфальта: $\delta_i = 0{,}025$; $\lambda_i = 0{,}65$; $s_i = 11$.

Утеплитель из керамзитобетона: $\gamma_i = 600$ *кг/м³*; $\delta_i = 0{,}05$; $\lambda_i = 0{,}15$; $s_i = 2{,}16$.

Несущая плита из железобетона: $\delta_i = 0{,}03$; $\lambda_i = 1{,}2$; $s_i = 12{,}5$.

Требуемая величина сопротивления теплопередаче покрытия в холодный период года составляет: $R_0^{\text{тр}} = \dfrac{(20 + 14)\,1 \cdot 1}{7{,}5 \cdot 7} = 0{,}65$ *м² · ч · град/ккал* [формула (9), СНиП II-А.7-62].

Фактическое сопротивление теплопередаче покрытия [формула (3) главы СНиП II-А.7-62] составляет: $R_0 = 0{,}05 + \dfrac{0{,}025}{0{,}9} + \dfrac{0{,}012}{0{,}15} + \dfrac{0{,}025}{0{,}65} + \dfrac{0{,}05}{0{,}15} + \dfrac{0{,}03}{1{,}2} + 0{,}133 = 0{,}68 > 0{,}65$, что удовлетворяет требованиям норм.

При этом показатель тепловой инерции покрытия без учета слоя воды $D = 2{,}05$, толщина покрытия $\delta = 0{,}14$ *м* и термическое сопротивление $R = 0{,}5$ *м² · ч · град/ккал*.

Для Ашхабада среднесуточная интенсивность полного солнечного облучения $I = 242$ *ккал/м² · ч*, а расчетная скорость ветра $v = 0{,}5$ *м/сек*.

По формуле (44) при $v = 0{,}5$ *м/сек* $\alpha_н = 23{,}5$ *ккал/м² · ч · град*. Амплитуда колебания температуры на внутренней поверхности покрытия в летнее время (толщина слоя воды 0,08 *м*) определяется:

$$\varkappa_1 = +7{,}9 \cdot 0{,}14 + 0{,}5 \cdot 2{,}06 = 2{,}13 \text{ [по формуле (43)]};$$

$$e^{-\varkappa_1} = e^{-2{,}13} = 0{,}12 \text{ (по табл. 43)};$$

$$A_{\tau_в} = \frac{0{,}01 \cdot 23{,}5 \cdot 242 \cdot 0{,}12}{1{,}3 + 0{,}5 \cdot 7{,}5} = 1{,}3° > 1° \text{ [по формуле (42)]}.$$

Расчетная амплитуда колебания температуры получилась больше допускаемой, следовательно, надо увеличить толщину утеплителя. Увеличив толщину утеплителя до 0,07 *м*, имеем: $D=2{,}36$; $R=0{,}64$ и $\delta=0{,}16$. Тогда $A_{\tau_в}=1°$.

Далее, принимая для Ашхабада $t_н^{ср}=30{,}4°$ С, $At_н=15{,}4°$ С, $e=10{,}5$ *мм рт. ст.* и $\varphi_{ср}=48\%$, имеем

$$\theta = 30{,}4 - \frac{21{,}7}{23{,}5}\left[0{,}68\cdot 10{,}5\left(\frac{100}{48}-1\right)+0{,}25\cdot 15{,}4\right]=19{,}7°.$$

Среднесуточный перепад температур между внутренней поверхностью покрытия и внутренним воздухом составит:

$$\Delta t = \frac{19{,}7-28+242\,(23{,}5^{-1}-0{,}006)}{1+7{,}5\cdot 0{,}64}=0{,}1°.$$

Максимальный суточный тепловой поток через внутреннюю поверхность покрытия, направленный в помещение, составит [по формуле (48)]:

$$q_{макс}=-7{,}5\cdot 0{,}1-10=-11\ ккал/м^2\cdot ч.$$

Время прохождения максимального теплового потока [по формуле (49)] $z=10+1{,}9\cdot 2{,}36+31\cdot 0{,}16=19{,}5$ *ч*.

В течение суток помещение получает [по формуле (50)] $q_{полн}=-24\cdot 7{,}5(+0{,}1)=-18$ *ккал/м²*.

Далее определяется максимальная суточная температура поверхности покрытия под слоем воды: $x_2=7{,}8\cdot 0{,}16+0{,}31=1{,}55$ [по формуле (52)]; $e^{-x_2}=e^{-1{,}55}=0{,}21$ (по табл. 43); $t_{макс}=19{,}7+242\left(\frac{1}{23{,}5}-0{,}006\right)+0{,}004\cdot 23{,}5\cdot 242\cdot 0{,}21=33°$ [по формуле (51)].

Суточный расход воды на испарение равен: $\sigma=(0{,}027+0{,}022\times\times 0{,}5)\,(33-19{,}7)^2=6{,}7$ *л/м²* [по формуле (53)].

10.6 (СНиП II-А.7-62, п. 4.6.). Величина затухания колебания температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции ν представляет собой отношение амплитуды суточного колебания температуры наружного воздуха (с учетом солнечной радиации) к амплитуде колебания температуры внутренней поверхности ограждения и вычисляется по формуле

$$\nu = 0{,}9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}\times \times \frac{(s_1+\alpha_в)(s_2+Y_1)\cdots(s_n+Y_{n-1})(\alpha_н+Y_n)^*}{(s_1+Y_1)(s_2+Y_2)\cdots(s_n+Y_n)\alpha_н}. \qquad (54[15])$$

* Формула, приведенная в СНиП, характеризует степень затухания для отдельно взятой ограждающей конструкции.

При оценке теплоустойчивости помещений и ограждающих конструкций зданий существуют оптимальные значения D, увеличение за пределы которых не обеспечивает улучшения внутреннего температурного режима.

Значение e^{-x} при x от 1,5 до 4,5

x	e^{-x}	x	e^{-x}
1,5	0,2231	2,90	0,0550
1,55	0,2122	2,95	0,0523
1,60	0,2019	3,00	0,0498
1,65	0,1920	3,05	0,0474
1,70	0,1827	3,10	0,0450
1,75	0,1738	3,15	0,0428
1,80	0,1653	3,20	0,0408
1,85	0,1572	3,25	0,0388
1,90	0,1496	3,30	0,0369
1,95	0,1423	3,35	0,0351
2,00	0,1353	3,40	0,0334
2,05	0,1287	3,45	0,0318
2,10	0,1225	3,50	0,0302
2,15	0,1165	3,55	0,0287
2,20	0,1108	3,60	0,0273
2,25	0,1054	3,65	0,0260
2,30	0,1003	3,70	0,0247
2,35	0,0954	3,75	0,0235
2,40	0,0907	3,80	0,0224
2,45	0,0863	3,85	0,0213
2,50	0,0821	3,90	0,0202
2,55	0,0781	3,95	0,0192
2,60	0,0743	4,00	0,0183
2,65	0,0706	4,10	0,0166
2,70	0,0672	4,20	0,0150
2,75	0,0639	4,30	0,0136
2,80	0,0608	4,40	0,0123
2,85	0,0578	4,50	0,0111

В частном случае для однослойной ограждающей конструкции формула (54[15]) примет вид:

$$\nu = 0{,}9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_в)(\alpha_н + Y_1)}{(s_1 + Y_1)\alpha_н}, \qquad (55[15])$$

где $e = 2{,}718$ — основание натуральных логарифмов;

D — характеристика тепловой инерции ограждения, определяемая по указаниям п. 2.2;

s_1, s_2 — коэффициенты теплоусвоения материалов отдельных слоев ограждения в *ккал/м²·ч·град*, принимаемые по таблице 1 или вычисляемые по формуле (2);

y_1 и y_2 — коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей отдельных слоев ограждения в *ккал/м²·ч·град*, определяемые по указаниям п. 4.7;

$\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия в *ккал/м²·ч·град*, принимаемый по табл. 5;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи в *ккал/м²·ч·град*, принимаемый по указаниям примечания к табл. 31 [6].

Примечания: 1. В формуле (54) [15] порядок нумерации слоев такой же, как и в формулах п. [4.4].

2. Толщину утеплителя во всех случаях независимо от результатов, полученных по формуле (54) [15], следует принимать увеличенной не более чем в 1,5 раза сравнительно с толщиной, которая получается на основании формул [9].

В особо ответственных случаях следует производить проверку колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения, которые не должны превышать ±1°.

Для удобства вычислений $e^{\sqrt{\frac{D}{2}}}$ приводится табл. 44 значений $e^{\sqrt{\frac{D}{2}}}$ при D от 0 до 7,00.

Метод расчета теплоустойчивости помещений с учетом сдвига по фазе приводится в п. 10.8.

10.7 (СНиП II-А.7-62, п. 4.7). Коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей отдельных слоев ограждений в зависимости от величины характеристики тепловой инерции D слоя определяются следующим образом:

1) если слой имеет $D \geqslant 1$, то для него $y = s$, т. е. коэффициенту теплоусвоения материала этого слоя;

2) если слой имеет $D < 1$, то для него величину y вычисляют по формуле

$$y = \frac{Rs^2 + y'}{1 + Ry'}, \qquad (56[16])$$

Таблица значений $e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}$ при D от 0,00 до 7,00

D	$e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}$	D	$e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}$
0	1,000	1,95	3,9749
0,1	1,0725	2,00	4,1371
0,2	1,1508	2,05	4,2631
0,3	1,2337	2,10	4,4371
0,4	1,3301	2,15	4,6182
0,45	1,3771	2,20	4,7588
0,5	1,4191	2,25	4,9530
0,55	1,4770	2,30	5,1039
0,6	1,5313	2,35	5,3122
0,65	1,5841	2,40	5,4739
0,70	1,6312	2,45	5,6973
0,75	1,7010	2,50	5,8709
0,80	1,7683	2,55	6,1104
0,85	1,8270	2,60	6,2965
0,90	1,8965	2,65	6,5535
0,95	1,9640	2,70	6,7531
1,00	2,0340	2,75	7,0287
1,05	2,1060	2,80	7,2427
1,10	2,1815	2,85	7,5383
1,15	2,2599	2,90	7,8460
1,20	2,3396	2,95	8,1662
1,25	2,4351	3,00	8,4149
1,30	2,5098	3,05	8,6711
1,35	2,6117	3,10	9,0250
1,40	2,7061	3,15	9,3933
1,45	2,8011	3,20	9,6794
1,50	2,9020	3,25	9,9742
1,55	3,0042	3,30	10,381
1,60	3,0957	3,35	10,697
1,65	3,2220	3,40	11,023
1,70	3,3535	3,45	11,473
1,75	3,4556	3,50	11,941
1,80	3,5966	3,55	12,429
1,85	3,7062	3,60	12,680
1,90	3,8574	3,65	13,197

Продолжение табл. 44

D	$e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}$	D	$e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}$
3,70	13,736	5,40	46,063
3,75	14,296	5,45	47,465
3,80	14,880	5,50	49,402
3,85	15,333	5,55	51,419
3,90	15,800	5,60	52,985
3,95	16,445	5,65	54,598
4,00	17,116	5,70	57,468
4,05	17,637	5,75	59,158
4,10	18,174	5,80	61,610
4,15	18,916	5,85	63,515
4,20	19,688	5,90	65,420
4,25	20,491	5,95	66,790
4,30	21,115	6,00	70,120
4,35	21,758	6,05	73,700
4,40	22,646	6,15	77,570
4,45	23,571	6,20	81,451
4,50	24,533	6,25	84,019
4,55	25,280	6,30	87,443
4,60	26,050	6,35	90,017
4,65	27,113	6,40	92,858
4,70	28,219	6,45	96,646
4,75	29,079	6,50	99,484
4,80	29,964	6,55	103,684
4,85	31,187	6,60	107,884
4,90	32,460	6,65	110,170
4,95	33,784	6,70	115,75
5,00	34,813	6,75	120,39
5,05	36,598	6,80	124,07
5,15	38,475	6,85	129,19
5,20	40,447	6,90	134,29
5,25	41,679	6,95	138,52
5,30	42,948	7,00	142,75
5,35	44,701		

где R — термическое сопротивление слоя в $м^2 \cdot ч \times$ $\times град/ккал$, вычисляемое по формуле (4);
s — коэффициент теплоусвоения материала этого слоя;
Y' — коэффициент теплоусвоения наружной поверхности предыдущего слоя;

3) если первый слой ограждения имеет $D_1 < 1$, то для него величину Y_1 вычисляют по формуле

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_в}{1 + R_1 \alpha_в}, \qquad (57[17])$$

где R_1 — термическое сопротивление первого слоя;
s_1 — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя;
$\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия, принимаемый по табл. 5.

Примечания: 1. При наличии в ограждении воздушной прослойки коэффициент теплоусвоения ее наружной поверхности вычисляют по формуле (56 [16]), принимая для воздуха $s=0$.
2. Расчет величин коэффициентов теплоусвоения наружных поверхностей слоев ограждения делается последовательно, начиная с первого слоя, считая от внутренней поверхности.

Удвоенная амплитуда колебания температуры по климатологическим данным табл. 2 главы СНиП II-А.6-62 составляет в июле $2A_t = 25°$.

В расчет принимается $A_t = 12{,}5°$. Надбавка на учет солнечной радиации:

$$A_{экв} = \frac{\rho (I_{max} - I_{ср})}{\alpha_н} = \frac{0{,}65\,(420 - 125)}{20} = 9{,}58.$$

Различие времени максимумов I и t для стены, обращенной на юг, при $\frac{A_{экв}}{A_t} = \frac{9{,}58}{12{,}5} = 0{,}7 < 1$ составляет 3 $ч$ (см. табл. 45).

По табл. 46 находим коэффициент неравномерности $\varphi = 0{,}92$. Откуда $A_{усл} = (9{,}68 + 12{,}5)\,0{,}92 = 20{,}3$ при $\nu = 25$.

$A_{t_в} = \frac{A_{усл}}{\nu} = \frac{20{,}3}{25} = 0{,}8$, что удовлетворяет требованиям норм.

Таблица 45

Значения коэффициента ρ поглощения солнечной радиации строительными материалами

№ п/п	Наименование материала	ρ
1	Алюминий окисленный	0,54
2	» строительный (чистый)	0,22
3	Арболит на конопляной основе (костроцемент) плоская, гладкая поверхность	0,54—0,60
4	Асбоцемент плотный (серый)	0,60
5	Асбофанера волнистая	0,61
6	» светло-коричневого цвета	0,53
7	Асбошифер	0,79
8	Асфальт новый	0,89
9	» старый	0,67
10	Бетон цементный (шероховатая поверхность)	0,58
11	» » (плоская гладкая поверхность)	0,54—0,65
12	Бук полуполированный	0,43
13	Бумага белая	0,20
14	Газозолобетон серый	0,74
15	» красный	0,82
16	Газосиликат	0,56—0,59
17	Гравий гранитный	0,67
18	Гранит серый светлый шлифованный	0,55
19	То же, полированный	0,80
20	Дюралюминий шлифованный матовый	0,52
21	Дерево некрашеное	0,59
22	» крашеное темно-желтое	0,77
23	» » светло-желтое	0,60
24	Известняк светлый шлифованный	0,35
25	» темный »	0,50
26	Железо кровельное черное	0,90
27	» » оцинкованное темное	0,68—0,79
28	» полированное, а также эмалированное белое	0,32
29	Керамзит гранулированный	0,80—0,85
30	Керамзитобетон	0,75—0,82
31	Керамика светлая облицовочная	0,45
32	Кирпич глазурованный белый	0,26
33	» обыкновенный светло-коричневый	0,55
34	» красный	0,70—0,74
35	» силикатный белый (зачищенная поверхность)	0,58—0,68

Продолжение табл. 45

№ п/п	Наименование материала	ρ
36	Кордшифер	0,78
37	Краска масляная кармин	0,52
38	То же, ультрамарин	0,64
39	» кобальт зеленый светлый	0,58
40	» коричневая без названия	0,65
41	» кобальт фиолетовый	0,83
42	» изумрудная	0,61
43	» охра золотистая	0,44
44	» охра красная	0,63
45	» сепия	0,64
46	» сиена жженая	0,91
47	» синяя (без названия)	0,80
48	Мипора листовая плоская гладкая с зачищенной поверхностью	0,15—0,20
49	Мипора кусковая с естественной поверхностью	0,28—0,36
50	Мрамор белый шлифованный	0,30
51	» темный »	0,65
52	Песок мелкий с гравием	0,66
53	» светлый влажный	0,80
54	Песчаник желто-коричневый	0,54
55	» светлый	0,62
56	» красный	0,73
57	Перлитобетон	0,55
58	Пленка полихлорвиниловая подсиненная (Япония), $\delta = 0{,}1$ *мм*	0,96
59	Пленка полиамидная стабилизированная АФФ, $\delta = 0{,}08$ *мм*	0,164
60	Пленка полиэтиленовая, $\delta = 0{,}085$ *мм*	0,109
61	» » стабилизированная, $\delta = 0{,}06$ *мм*	0,11
62	Побелка известковая	0,28
63	» силикатная (плоская)	0,70
64	Рубероид РБ-420 с крупнозернистой бронирующей посыпкой	0,91
65	Рубероид РО-350 со слюдяной посыпкой	0,76
66	» РМ-350 с минеральной посыпкой	0,84
67	» РМ-350, покрытый алюминиевой краской	0,42
68	Рубероид с серой песчаной посыпкой	0,88
69	Рубероид с красной песчаной посыпкой	0,94

№ п/п	Наименование материала	ρ
70	Рубероид с зеленой песчаной посыпкой . . .	0,9
71	Ситалл белый	0,34
72	» черный	0,91
73	Стеклопрокат, $\delta = 7$ *мм*, завода «Пролетарий» Луганской области	0,76
74	Стекло оконное ВВ, $\delta = 4{,}5$ *мм*	0,40
75	» строительное, $\delta = 6$ *мм* Львовского завода	0,54
76	» кварцевое, $\delta = 1{,}7$ *мм*	0,10
77	» с теплопоглощающим покрытием, $\delta = 6$ *мм*	0,306
78	Фотостекло, $\delta = 1{,}7$ *мм*	0,2
79	Стеклопластик бесцветный, $\delta = 1{,}2$ *мм* . . .	0,123
80	» бесцветный, $\delta = 2{,}5$ *мм* . . .	0,529
81	» желтый, $\delta = 2{,}7$ *мм*	0,461
82	» зеленый, $\delta = 1{,}4$ *мм*	0,342
83	Стеклоткань	0,42
84	Толь черный	0,86
85	» блестящий	0,80
86	Торф сухой	0,64
87	Фибролит цементный	0,79—0,80
88	Черепица цементная серая	0,65
89	» красная или коричневая	0,65—0,72
90	Шлак с сильно шероховатой поверхностью . .	0,89
91	Шлаковата	0,81—0,82
92	Штукатурка известковая светлая, цвета золотистой охры	0,42
93	Штукатурка темно-серая	0,73
94	» белая новая	0,40
95	» светло-голубая, светлая	0,59
96	» цвета терракот	0,67
97	» окись хрома светлая	0,55
98	» цементная белая, слегка голубоватая	0,32
99	» темно-бронзовая	0,58
100	» кремовая	0,42
101	Щебенка гранитная	0,80

Таблица 46

Расчетные значения суммарной (прямая рассеянная) солнечной радиации, поступающей при безоблачном небе на вертикальные поверхности различной ориентации в июне

Ориентация	Географическая широта в *град*	Часовое $I_{макс}$, *ккал/м²·ч*	Время максимума, *г*		Суточное $I_{ср}$, *ккал/м²·ч*
Ю	40	365	12		107
	45	420	12		125
	50	470	12		143
	55	525	12		160
			ЮВ	ЮЗ	
ЮВ, ЮЗ	40	495	8	16	170
	45	522	8	16	188
	50	550	8	16	206
	55	578	7	17	224
			В	З	
В, З	40	600	9	15	170
	45	605	9	15	177
	50	610	9	15	184
	55	615	9	15	190
			СВ	СЗ	
СВ, СЗ	40	165	8	17	112
	45	156	7	17	116
	50	146	7	17	120
	55	136	6	18	123
Горизонтальная поверхность	40	980	12		354
	45	930	12		351
	50	880	12		349
	55	830	12		350

Пример 4. Определить толщину утеплителя из пенобетона $\gamma=400$ *кг/м*³; $\lambda=0{,}12$; $s=1{,}58$ из условий теплоустойчивости при расчетных летних температурах $t_н=27{,}5°$ С (г. Керчь), скорости ветра 9 *м/сек*. Для железобетонного покрытия, утепленного пенобетоном, промышленных зданий, где проектируется кондиционирование воздуха в нормальных условиях эксплуатации. Относительная влажность внутреннего воздуха $\omega=60\%$.

Величины $\lambda=1{,}4$ *ккал/м·ч·град* и $S_1=13{,}4$ принимаются по табл. 1, п. Б (СНиП II-А.7-62).

1-й слой — железобетон:

$$D_1 = R_1 s_1 = \frac{\delta}{\lambda}\, s = \frac{0{,}05}{1{,}4}\, 13{,}4 = 0{,}48 < 1; \qquad (58)$$

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_в}{1 + R_1 \alpha_в} = \frac{0{,}036 \cdot 13{,}4^2 + 7{,}5}{1 + 0{,}036} = 11{,}0; \qquad (59)$$

2-й слой — пенобетон:

толщину слоя определяем, принимая условно D_2 слоя больше 1, $Y_2 = s_2 = 1{,}58$;

3-й слой — асфальтовая стяжка толщиной 0,015 *м*; $\lambda = 0{,}65$; $s = 11{,}0$; $D_3 = \frac{0{,}015}{0{,}65}\, 11 = 0{,}25$;

$$Y_3 = \frac{R_3 s_3^2 + Y_2}{1 + R_3 Y_2} = \frac{0{,}02 \cdot 11^2 + 1{,}58}{1 + 0{,}023 \cdot 1{,}58} = 4{,}20; \qquad (60)$$

4-й слой — армированный рубероид ($\delta = 0{,}01$): $R_1 = \frac{0{,}01}{0{,}26} = 0{,}038$; $s = 2{,}85$; $\lambda_{ср} = 0{,}26$;

$$Y_4 = \frac{R_4 s_4 + Y_3}{1 + R_4 Y_4} = \frac{0{,}038 \cdot 2{,}85^2 + 4{,}20}{1 + 0{,}038 \cdot 4{,}20} = 3{,}90; \qquad (61)$$

$\alpha_п = 3 + 2{,}5 \sqrt{v} = 10{,}5$; по условиям климата $v = 25$.

По формуле (15)

$$v = 25 = 0{,}9\; e^{\frac{D}{1{,}41}}\, \frac{(13{,}4 + 7{,}5)(1{,}58 + 11{,}0)}{(13{,}4 + 11{,}0)(1{,}58 + 1{,}58)(11{,}0 + 4{,}2)} \times$$

$$\times\, \frac{(11 + 1{,}58)(2{,}85 + 4{,}2)(10{,}5 + 3{,}9)}{(2{,}85 + 3{,}93)\; 10{,}5};$$

пользуясь табл. 44, определяем $e^{\frac{D}{1{,}41}} = 8{,}6$, откуда $D = 3{,}15$; D без утеплителя равно $0{,}48 + 0{,}25 + 0{,}11 = 0{,}84$; $D_{ут} = 3{,}15 - 0{,}84 = 2{,}31$; $D = \frac{\delta}{\lambda}\, s = 2{,}31 = \frac{\delta}{0{,}12}\, 1{,}58$; $\delta_{ут} = 175$ *мм*.

Расчет колебания температуры внутреннего воздуха в летнее время года производится для одного или нескольких помещений зданий, расположенных наиболее неблагоприятным образом (например, угловое помещение, ориентированное на ЮЗ — ЮВ).

Величина суточной амплитуды колебания температуры воздуха в помещении в летнее время года с учетом прогрева солнечной радиацией ограждений в дневные часы вычисляется по формуле

$$A_{t_в} = \frac{0{,}7\, \alpha_в}{\Sigma B F_в} \sum \frac{A_{t_{расч}} F_п}{\nu}, \qquad (62)$$

где $A_{t_{расч}}$ — расчетная амплитуда колебаний условной наружной температуры для каждого ограждения, принимаемая с учетом солнечного облучения поверхности ограждения и определяемая в соответствии с ориентацией ограждений по странам света;

$F_н$ — площадь рассматриваемого наружного ограждения в $м^2$ по внутреннему обмеру;

$\nu = \frac{A_{t_{расч}}}{A_{\tau_{в.п}}}$ — величина, характеризующая затухание амплитуды условной наружной температуры, при передаче тепла от наружной поверхности ограждающей конструкции к ее внутренней поверхности (при неизменной температуре внутреннего воздуха);

$A_{\tau_{в.п}}$ — амплитуда колебания температуры внутренней поверхности ограждения;

$\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия поверхности ограждения, обращенной в помещение;

$\Sigma BF_в$ — суммарное теплопоглощение помещения, определяемое так же, как для расчета колебаний температуры воздуха при периодически действующем отоплении.

Здесь B — теплопоглощение внутренней поверхностью покрытия (в *ккал/м² · ч · град*); $F_в$ — площади внутренних поверхностей данного помещения (в $м^2$).

Величина $A_{t_{расч}}$ определяется в зависимости от ориентации рассматриваемого наружного ограждения по формуле

$$A_{t_{расч}} = \left[\frac{\rho (I_{max} - I_{ср})}{\alpha_н} + A_{t_н}\right] \varphi, \qquad (63)$$

где I_{max}, $I_{ср}$ — соответственно максимальное и среднесуточное количество солнечной радиации (прямой и рассеянной), падающей на наружную поверхность рассматриваемого ограждения, в *ккал/м² · ч*, принимаемое в соответствии с ориентацией ограждения по табл. 46;

ρ — коэффициент поглощения солнечной энергии наружной поверхностью ограждения;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи у наружной поверхности ограждения в *ккал/м² · ч · град*;

$A_{t_н}$ — расчетная разность между максимальной и среднесуточной температурами наружного воздуха.

Для прикидочных расчетов $A_{t_н} = 9°$ для районов с сухим климатом; $A_{t_н} = 7°$ — для районов с умеренным влажным климатом.

Кроме того, $A_{t_н}$ может быть определена по приближенной формуле

$$A_{t_н} = 2 (t_{13} - t_м), \qquad (64)$$

где t_{13} — средняя температура в 13 *ч* самого жаркого месяца;

$t_м$ — средняя месячная температура самого жаркого месяца;

φ — коэффициент неодновременности поступления тепла к наружной поверхности ограждения от солнечной радиации и от наружного воздуха, устанавливаемый в соответствии с ориентацией ограждения по табл. 47.

Примечание. Для промежуточных значений географической широты расчетные значения солнечного облучения устанавливаются путем интерполяции.

Пример 5. Определить амплитуду колебания температуры воздуха в угловом помещении, план которого представлен на рис. 60.

Таблица 47

Значения коэффициента φ в зависимости от различия времени максимумов радиации I_{max} и температуры $t_н$ и отношения амплитуд $\frac{A_{экв}}{A_t}$

Отношение амплитуды $A_{экв}/A_t$	Различие времени I_{max} и $t_н^*$ в ч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,99	0,96	0,92	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	0,38	0,26
2	0,99	0,97	0,93	0,88	0,82	0,75	0,66	0,57	0,59	0,41
3	0,99	0,97	0,94	0,90	0,85	0,79	0,73	0,66	0,60	0,51
5	1,0	0,98	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,76	0,73	0,69

* Время максимальной $t_н$ принимать для всех районов в 15 *ч*.

Фасад здания (длина помещения) ориентирован на запад, а торец здания (ширина помещения) — на юг.

Наружные стены выполнены из трехслойной железобетонной панели, утепленной минераловатными плитами.

Внутренний и наружный слои железобетона —0,03 *м*; утеплитель —0,11 *м*.

Конструкции других ограждений те же, что и в примере 1.

Климатические условия — г. Ташкент 40° сш, зона сухая.

Влажностный режим помещения — нормальный, φ=55%.

Расчетные значения λ и *s* принимаются по табл. 1, графа А, СНиП II-А.7-62.

Вычисляем теплотехнические показатели всех ограждающих конструкций.

Наружные стены:

железобетон: $R=\frac{0,03}{1,4}=0,0214$ *м²·ч·град/ккал*; $s=13,4$; $D_1=0,0214\times 13,4=0,29<1$;

минераловатные плиты: $\gamma=200$, $\lambda=0,08$; $R=\frac{0,11}{0,08}=1,375$; $s=1,06$; $D_2=1,375\cdot 1,06=1,457>1$; $D_1+D_2=1,457+0,29=1,74>1$.

Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности

$$Y_в=\frac{R_1 s_1^2+s_2}{1+R_1 s_2}=\frac{0,0214\,(13,4)^2+1,06}{1+0,0214\cdot 1,06}=\frac{3,84+1,06}{1+0,0227}=$$

$$=\frac{4,90}{1,023}=4,8. \qquad (65)$$

Теплопоглощение внутренней поверхностью стены

$$B=\frac{1}{\frac{1}{\alpha_в}+\frac{1}{Y_в}}=\frac{1}{\frac{1}{7,5}+\frac{1}{4,8}}=2,9.$$

Находим для наружной стены величину затухания, предварительно вычислив коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей всех слоев стены:

1-й слой — железобетон: $D_1=0{,}29<1$;

$$Y_1=\frac{R_1 s_1^2+\alpha_в}{1+R_1\alpha_в}=\frac{3{,}84+7{,}5}{1+0{,}0214\cdot 7{,}5}=\frac{11{,}4}{1{,}16}=9{,}83; \qquad (66)$$

2-й слой — минераловатные плиты: $D_2=1{,}375\cdot 1{,}06=1{,}457$; $Y_2=s_2=1{,}06$.

3-й слой — железобетон:

$$Y_3=Y_в=\frac{R_1 s_1^2+Y_2}{1+R_1 Y_2}=\frac{3{,}84+1{,}06}{1+0{,}0214\cdot 1{,}06}=\frac{4{,}90}{1{,}02}=4{,}8; \qquad (67)$$

$D=2{,}03$;

$$\nu=0{,}9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}\frac{(s_1+\alpha_в)(s_2+Y_1)(s_3+Y_2)(\alpha_н+Y_3)}{(s_1+Y_1)(s_2+Y_2)(s_3+Y_3)\alpha_н}=$$

$$=0{,}9^{4{,}2207}\frac{(13{,}4+7{,}5)(1{,}06+9{,}83)(13{,}4+1{,}06)(20+4{,}8)}{(13{,}4+9{,}83)(1{,}06+1{,}06)(13{,}4+4{,}8)20}=$$

$$=17{,}5. \qquad (68)$$

Для конструкции покрытия необходимые теплотехнические показатели указаны в расчете для холодного периода года.

По аналогии с расчетом для стен определяем коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей всех слоев перекрытия.

1-й слой — листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка): $\lambda=0{,}2$; $\gamma=1000$ *кг/м*^{3}; $s=3{,}5$; $Y_1=\dfrac{0{,}04\cdot 3{,}5^2+7{,}5}{1+0{,}04\cdot 7{,}5}=6{,}15$;

2-й слой — накат: $\gamma=550$; $\lambda=0{,}16$; $s=3{,}60$; $Y_2=\dfrac{0{,}167\,(3{,}6)^2+6{,}15}{1+0{,}167\cdot 6{,}15}=4{,}1$.

3-й слой — гранулированный шлак: $\gamma=500$; $R=0{,}14$; $s=1{,}9$; $Y_3=\dfrac{0{,}785(1{,}9)^2+4{,}1}{1+0{,}735\cdot 4{,}1}=\dfrac{2{,}83+4{,}1}{1+0{,}785\cdot 4{,}1}=\dfrac{2{,}83+4{,}1}{1+3{,}22}=\dfrac{6{,}93}{4{,}22}=1{,}64$;

$D=0{,}04\cdot 3{,}5+0{,}167\cdot 3{,}6+0{,}785\cdot 1{,}9=0{,}14+0{,}6+1{,}48=2{,}23$.

Величина затухания:

$$\nu=0{,}9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}}\frac{(3{,}5+7{,}5)(3{,}6+6{,}15)(1{,}9+4{,}1)(20+1{,}64)}{(3{,}5+6{,}15)(3{,}6+4{,}1)(1{,}9+1{,}64)20}=$$

$$=0{,}9e^{1{,}58}\frac{11\cdot 9{,}75\cdot 6\cdot 21{,}64}{9{,}65\cdot 7{,}7\cdot 3{,}54\cdot 20}=0{,}9\cdot 4{,}855\cdot 2{,}65=11{,}5.$$

Далее по формуле (63) находим расчетные амплитуды колебаний условной наружной температуры для ограждающих конструкций, различно ориентированных по странам света.

Для стены, ориентированной на запад:

для бетона по табл. 45 $\rho=0{,}65$.

$$A_{t_{\text{расч}}}=\frac{0{,}65\,(600-170)}{20}+11{,}8\cdot 1=25{,}8;$$

$$A_{\text{экв}}=13{,}97;$$

$$A_{t_{\text{н}}}=2\,(t_{\text{13}}-t_{\text{м}})=2\,(33{,}3-27{,}4)=11{,}8.$$

Для стены, ориентированной на юг:

$$A_{t_{\text{расч}}}=\frac{0{,}65\,(365-107)}{20}+11{,}8\cdot 0{,}93=18{,}9.$$

Для чердачного перекрытия:

$$A_{t_{\text{расч}}}=\frac{0{,}9\,(980-354)}{20}+11{,}8\cdot 0{,}93\cdot 0{,}7=22{,}05.$$

Для окна $A_{t_{\text{расч}}}=9°$.

Находим фактическую величину суточной амплитуды колебания температуры воздуха в помещении:

$$A_{t_{\text{в}}}=\frac{0{,}7\,\alpha_{\text{в}}}{\Sigma BF}\sum\frac{A_{t_{\text{расч}}}F_{\text{в}}}{\nu}=\frac{0{,}7\cdot 7{,}5}{251}\left(\frac{25{,}8\cdot 14{,}8+18{,}9\cdot 10{,}8}{17{,}5}+\right.$$

$$\left.+\frac{22{,}05\cdot 21{,}6}{11{,}5}\right)=1{,}75°. \qquad (69)$$

Допустимая величина $A_{t_{\text{в}}}$ должна устанавливаться в соответствии с местными условиями, но не превышать $\pm 2°$. Средняя допустимая температура внутреннего воздуха устанавливается согласно гигиеническим требованиям.

10.8. Величина амплитуды суточных колебаний температуры воздуха в помещении в летнее время года, приближенно определенная в п. 10.7 формулой (62), для однослойных ограждающих конструкций может быть рассчитана более точно ниже приведенным методом, позволяющим одновременно рассчитать и все остальные характеристики теплового режима помещения.

Расчет теплового режима помещения, возникающего под влиянием гармонических суточных ($z=24$ *ч*) колебаний температуры наружного воздуха, производится в следующем порядке.

I. Для заданных характеристик ограждений определяются вспомогательные соотношения:

$$\frac{\alpha_{\text{в}}}{\alpha_{\text{н}}};\ \frac{\alpha_{\text{н}i}}{S_{\text{н}i}};\ \frac{\alpha_{\text{в}i}}{S_{\text{в}i}};\ \alpha_{\text{в}i}\,F_{\text{н}i};\ \alpha_{\text{в}i}\,F_{\text{в}i};\quad kF_{\text{ок}};\ C_V L;\quad \frac{\pi C_V V_{\text{в.з}}}{12},$$

после чего по значениям $\dfrac{\alpha_{\text{в}}}{\alpha_{\text{н}}}$, $\dfrac{\alpha_{\text{н}}}{s_{\text{н}}}$ и $D_{\text{н}}$ с помощью табл. 49 определяются параметры n, g, m и j для каждой наружной стены и по значениям $D_{\text{в}}$ и $\dfrac{\alpha_{\text{в}}}{s_{\text{в}}}$ с помощью табл. 50 определяются параметры φ и ψ для каждого внутреннего ограждения.

II. Рассчитываются вспомогательные величины:

сдвиг фазы максимума притока тепла в помещение относительно максимума температуры наружного воздуха

$$\frac{\pi\sigma_{w_{\text{пр}}}}{12} = \operatorname{arc\,tg}\frac{\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{н}i}g_i}{C_V L+kF_{\text{ок}}+\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{н}i}n_i} \tag{70}$$

или (в ч):

$$\sigma_{w_{\text{пр}}} = 3{,}82\ \frac{\pi\sigma_{w_{\text{пр}}}}{12} \tag{70а}$$

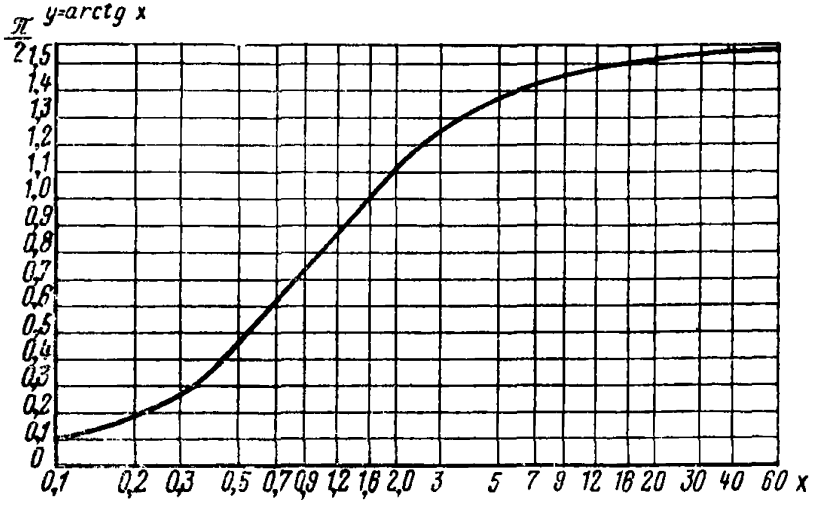


Рис. 61. Значения $y=\operatorname{arctg} x$

и сдвиг фазы максимума поглощения тепла относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\frac{\pi\sigma_{w_{\text{погл}}}}{12} = -\operatorname{arctg}\frac{\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{н}i}m_i+\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{в}i}\psi_i+\dfrac{\pi C_V V_{\text{в.з}}}{12}}{C_V L+kF_{\text{ок}}+\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{н}i}j_i+\Sigma\,\alpha_{\text{в}i}F_{\text{в}i}\varphi_i} \tag{71}$$

или (в ч):

$$\sigma_{w_{\text{погл}}} = 3{,}82\,\frac{\pi\sigma_{w_{\text{погл}}}}{12}. \tag{71а}$$

Примечания: 1. Здесь и ниже при определении сдвигов фазы максимумов знак «—» в результате означает опережение, а знак «+» — запаздывание.

2. Для удобства расчета сдвига фазы на рис. 61 в полулогарифмических координатах приведен график функции $y=\operatorname{arc\,tg} x$ для положительных значений x. В случае отрицательных значений x величина y определяется как $y=-\operatorname{arc\,tg}|x|$.

3. При отрицательном знаменателе к полученному значению arc tg следует прибавлять величину π.

III. Амплитуда колебаний температуры воздуха в помещении определяется по формуле

$$A_{t_{вз}} = \pm \frac{\sum \alpha_{вi} F_{нi} g_i A_{t_{расч}}}{\Sigma \alpha_{вi} F_{нi} m_i + \Sigma \alpha_{вi} F_{вi} \psi_i + \frac{\pi C_V V_{вз}}{12}} \cdot \frac{\sin \frac{\pi \sigma_{w_{погл}}}{12}}{\sin \frac{\pi \sigma_{w_{пр}}}{12}} \qquad (72)$$

и сдвиг фазы максимума температуры воздуха в помещении относительно максимума температуры наружного воздуха — по формуле

$$\sigma_{t_{вз}} = \sigma_{w_{пр}} - \sigma_{w_{погл}}. \qquad (73)$$

IV. Колебания температуры внутренней поверхности каждой наружной стены вычисляются по следующим формулам:

температуры внутренней поверхности наружной стены в момент максимума температуры воздуха в помещении и со сдвигом на 6 *ч*:

$$t_{вн}(0) = (1-i) A_{t_{вз}} + \left(n \cos \frac{\pi \sigma_{t_{вз}}}{12} + g \sin \frac{\pi \sigma_{t_{вз}}}{12}\right) A_{t_{расч}},$$

$$t_{вн}(6) = m A_{t_{вз}} + \left(g \cos \frac{\pi \sigma_{t_{вз}}}{12} - n \sin \frac{\pi \sigma_{t_{вз}}}{12}\right) A_{t_{расч}};$$

амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности наружной стены

$$A_{t_{вн}} = \pm \sqrt{t^2_{вн}(0) + t^2_{вн}(6)} \qquad (74)$$

и сдвиг фазы максимума температуры внутренней поверхности наружной стены относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\sigma_{t_{вн}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{t_{вн}(6)}{t_{вн}(0)}. \qquad (75)$$

V. Колебания температуры поверхности внутреннего ограждения определяются так:

сдвиг фазы максимума температуры поверхности внутреннего ограждения относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\frac{\pi \sigma_{t_в}}{12} = \operatorname{arctg} \frac{\psi}{1-\varphi} \qquad (76)$$

или (в *ч*):

$$\sigma_{t_в} = 3{,}82 \frac{\pi \sigma_{t_в}}{12}, \qquad (76а)$$

а амплитуда колебаний температуры поверхности внутреннего ограждения

$$A_{t_в} = \pm A_{t_{вз}} \sqrt{\psi^2 + (1-\varphi)^2}. \qquad (77)$$

VI. Колебания теплового потока через наружную стену рассчитываются по формулам:

сдвиг фазы максимума теплового потока через наружную стену относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\sigma_{w_{вн}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{t_{вн}(6)}{t_{вн}(0) - A_{t_{вз}}}, \tag{78}$$

а амплитуда колебаний теплового потока через наружную стену

$$A_{w_{вн}} = \pm \alpha_в F_н \sqrt{t^2_{вн}(6) + [t_{вн}(0) - A_{t_{вз}}]^2}. \tag{79}$$

VII. Колебания поглощения тепла внутренним ограждением вычисляются следующим образом:

сдвиг фазы максимума поглощения тепла внутренним ограждением относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\frac{\pi\sigma_{w_в}}{12} = -\operatorname{arctg}\frac{\psi}{\varphi} \tag{80}$$

или (в *ч*):

$$\sigma_{w_в} = 3{,}82 \frac{\pi\sigma_{w_в}}{12}, \tag{80а}$$

а амплитуда колебаний поглощения тепла внутренним ограждением

$$A_{w_в} = \pm \alpha_в F_в A_{t_{вз}} \sqrt{\varphi^2 + \psi^2}. \tag{81}$$

VIII. Колебания теплового потока через окна определяются по формулам:

сдвиг фазы максимума теплового потока через окно относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\frac{\pi\sigma_{w_{ок}}}{12} = -\operatorname{arctg}\frac{\sin\dfrac{\pi\sigma_{t_{вз}}}{12}}{\cos\dfrac{\pi\sigma_{t_{вз}}}{12} - \dfrac{A_{t_{вз}}}{A_{t_{расч}}}} \tag{82}$$

или (в *ч*):

$$\sigma_{w_{ок}} = 3{,}82 \frac{\pi\sigma_{w_{ок}}}{12}, \tag{82а}$$

а амплитуда колебаний теплового потока через окно

$$A_{w_{ок}} = \pm (C_V L + kF_{ок}) A_{t_{расч}} \frac{\sin\dfrac{\pi\sigma_{t_{вз}}}{12}}{\sin\dfrac{\pi\sigma_{w_{ок}}}{12}}. \tag{83}$$

IX. Колебания поглощения тепла воздухом помещения вычисляются так:

$$A_{w_{вз}} = \pm \frac{\pi C_V V_{вз}}{12} A_{t_{вз}}; \tag{84}$$

а сдвиг фазы максимума поглощения тепла воздухом помещения относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\sigma_{\omega_{вз}} = -6\ ч. \qquad (85)$$

Пример 6. Определить колебания температуры и тепловых потоков в помещении размером 5,5×3,2×2,6 *м*, расположенном в средней части промежуточного этажа многоэтажного здания. Объем помещения $V_{вз}=45{,}8\ м^3$.

Наружная стена, ориентированная на запад, выполнена из обыкновенного кирпича на тяжелом растворе ($\gamma=1800\ кг/м^3$), толщина ее $\delta_н=51\ см$.

Внутренние стены — из железобетона ($\gamma=2500\ кг/м^3$), толщина их 9 *см*.

Пол деревянный ($\gamma=550\ кг/м^3$) толщиной 3,5 *см*.

Потолок из железобетона ($\gamma=2500\ кг/м^3$) толщиной 9 *см*.

Окно площадью $F_{ок}=2{,}8\ м^2$ имеет коэффициент теплопередачи $k=\dfrac{1}{R_{ок}}=3$. Воздухообмен помещения с наружным воздухом отсутствует: $L=0$.

Здание расположено в климатических условиях г. Ташкента (40° с.ш.), зона сухая.

Влажностный режим помещений нормальный, — $\omega=55\%$.

Объемная теплоемкость воздуха $C_V=0{,}3\ ккал/м^3 \cdot град$.

Расчетные значения λ и s принимаются по табл. 1, графа А, СНиП II-А.7-62. По этим данным вычисляем теплотехнические показатели всех ограждающих конструкций.

Таблица 48

Теплотехнические показатели ограждающих конструкций

Конструкции	F, $м^2$	δ, $м$	λ, $ккал/м \times ч \cdot град$	s, $ккал/м^2 \times ч \cdot град$	R, $м^2 \cdot ч \times град/ккал$	D	
Наружные стены	5,5	0,51	0,60	7,70	0,85	6,55	
Внутренние стены	36,7	0,09	1,20	12,5	0,075	0,94	
Пол	17,6	0,035	0,12	3,21	0,292	0,94	1,88
Потолок	17,6	0,09	1,20	12,5	0,075	0,94	

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности наружной стены по табл. 31 [6] $\alpha_н=20\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град$.

Коэффициент тепловосприятия внутренних поверхностей по табл. 30 [5] $\alpha_в=7{,}5\ ккал/м^2 \cdot ч \cdot град$.

Расчетная амплитуда колебаний условной наружной температуры определяется по формуле (63) и табл. 45 и 46:

$$A_{t_{расч}} = \frac{0{,}74\,(600-170)}{20} + 9 \cdot 1 = 25°.$$

Период колебаний условной наружной температуры составляет $z=24\ ч$.

Расчет колебаний температуры и тепловых потоков в помещении производится в следующем порядке.

1. Определяются вспомогательные соотношения:

$$\frac{\alpha_в}{\alpha_н}=0{,}375;\quad \frac{\alpha_н}{S_н}=2{,}60;\quad \frac{\alpha_в}{S_{в.с}}=\frac{\alpha_в}{S_{пот}}=0{,}6;\quad \frac{\alpha_в}{S_{пол}}=2{,}34;$$

$$\alpha_в F_н=41{,}2;\quad \alpha_в F_{в.с}=275;\quad \alpha_в F_{пол}=\alpha_в F_{пот}=132;\quad kF_{ок}=8{,}4;$$

$$C_V L=0;\quad \frac{\pi C_V V_{вз}}{12}=3{,}6,$$

после чего по значениям $\frac{\alpha_н}{S_н}$ и $D_н$ с помощью табл. 49 определяются параметры n, g, m и j для наружной стены: $n=-0{,}0018$; $g=-0{,}0079$; $m=0{,}201$; $j=0{,}524$ и по значениям $\frac{\alpha_в}{S_в}$ и $D_в$ с помощью табл. 50 определяются параметры φ и ψ для каждого внутреннего ограждения:

$$\varphi_{в.с}=0{,}385;\qquad \psi_{в.с}=0{,}449;$$
$$\varphi_{пол}=0{,}195;\qquad \psi_{пол}=0{,}269;$$
$$\varphi_{пот}=0{,}644;\qquad \psi_{пот}=0{,}355$$

(при расчете параметров φ и ψ для пола и потолка берется $D_в=D_{пол}+D_{пот}$).

2. Рассчитываются вспомогательные величины с помощью графика на рис. 61:

сдвиг фазы максимума притока тепла в помещение относительно максимума температуры наружного воздуха

$$\frac{\pi\sigma_{w_{пр}}}{12}=\operatorname{arctg}\frac{-41{,}2\cdot 0{,}0079}{8{,}4-41{,}2\cdot 0{,}0018}=-0{,}0391 \text{ или } \sigma_{w_{пр}}=-0{,}15\ ч$$

и сдвиг фазы максимума поглощения тепла относительно максимума температуры воздуха в помещении:

$$\frac{\pi\sigma_{w_{погл}}}{12}=-\operatorname{arctg}\frac{41\cdot 2\cdot 0{,}201+275\cdot 0{,}449+132(0{,}269+0{,}355)+3{,}6}{8{,}4+41{,}2\cdot 0{,}524+275\cdot 0{,}385+132(0{,}195+0{,}644)}=$$
$$=-0{,}73 \text{ или } \sigma_{w_{погл}}=-2{,}79\ ч.$$

3. Амплитуда колебаний температуры воздуха в помещении определяется по формуле (72):

$$A_{t_{вз}}=\pm\frac{-41{,}2\cdot 0{,}0079\cdot 25{,}0}{41{,}2\cdot 0{,}201+275\cdot 0{,}449+132(0{,}269+0{,}355)+3{,}6}\times$$
$$\times\frac{\sin(-0{,}73)}{\sin(-0{,}0391)}=\pm 0{,}64°,$$

а сдвиг фазы максимума температуры воздуха в помещении относительно максимума температуры наружного воздуха — по формуле (73): $\sigma_{t_{вз}}=-0{,}15+2{,}79=2{,}64$ ч, т. е. максимум температуры воздуха в помещении наступает на 2,64 ч позже максимума наружных температур.

Таблица 49

Расчетные параметры для наружных ограждений

$D_н$ \ $\frac{\alpha_н}{S_н}$	0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	15	20
					n					
0,1	0,4734	0,7022	0,7040	0,6887	0,6555	0,6249	0,5970	0,5714	0,5162	0,4707
0,5	0,0420	0,4178	0,5441	0,5418	0,4616	0,3954	0,3450	0,3057	0,2378	0,1945
1,0	—0,0028	0,1352	0,2849	0,3520	0,3058	0,2533	0,2140	0,1847	0,1370	0,1087
1,5	—0,0163	0,0116	0,0952	0,1771	0,1821	0,1566	0,1338	0,1159	0,0861	0,0682
2,0	—0,0225	—0,0419	—0,0081	0,0524	0,0837	0,0805	0,0723	0,0644	0,0495	0,0398
2,5	—0,0234	—0,0614	—0,0544	—0,0180	0,0171	0,0257	0,0268	0,0258	0,0217	0,0182
3,0	—0,0204	—0,0614	—0,0675	—0,0485	—0,0192	—0,0070	—0,0016	0,0010	0,0032	0,0035
3,5	—0,0153	—0,0510	—0,0624	—0,0547	—0,0334	—0,0218	—0,0154	—0,0116	—0,0068	—0,0046
4,0	—0,0100	—0,0369	—0,0491	—0,0482	—0,0344	—0,0251	—0,0194	—0,0157	—0,0104	—0,0077
4,5	—0,0056	—0,0234	—0,0339	—0,0366	—0,0289	—0,0223	—0,0179	—0,0149	—0,0104	—0,0079
5,0	—0,0025	—0,0126	—0,0204	—0,0244	—0,0211	—0,0170	—0,0140	—0,0119	—0,0085	—0,0066
5,5	—0,0005	—0,0051	—0,0102	—0,0142	—0,0135	—0,0114	—0,0097	—0,0083	—0,0061	—0,0048
6,0	0,0006	—0,0005	—0,0034	—0,0066	—0,0074	—0,0067	—0,0058	—0,0051	—0,0038	—0,0031
6,5	0,0010	0,0019	0,0006	—0,0017	—0,0031	—0,0031	—0,0029	—0,0026	—0,0020	—0,0017
7,0	0,0010	0,0027	0,0024	0,0010	—0,0005	—0,0009	—0,0009	—0,0009	—0,0008	—0,0007
7,5	0,0009	0,0026	0,0029	0,0022	0,0009	0,0004	0,0002	0,00006	—0,00006	—0,00009
8,0	0,0006	0,0021	0,0026	0,0024	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0003	0,0002

Параметры n, g, m и j, представленные в данной таблице, рассчитаны для случая $\frac{\alpha_в}{\alpha_н}=0{,}375$, что соответствует рекомендуемым СНиПII-А.7-62 значениям $\alpha_н=20$ *ккал/м²·ч·град* и $\alpha_в=7{,}5$ *ккал/м²·ч·град*.

Продолжение табл. 49

$D_н$ \ $\frac{a_н}{S_н}$	0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	15	20
					g					
0,1	0,3461	0,1042	0,0533	0,0271	0,0138	0,0094	0,0071	0,0058	0,0039	0,0030
0,5	0,1838	0,3449	0,2403	0,1365	0,0716	0,0479	0,0357	0,0283	0,0184	0,0134
1,0	0,0942	0,3117	0,3254	0,2324	0,1309	0,0881	0,0656	0,0518	0,0336	0,0247
1,5	0,0583	0,2215	0,2834	0,2503	0,1599	0,1120	0,0850	0,0680	0,0449	0,0334
2,0	0,0359	0,1456	0,2058	0,2104	0,1534	0,1136	0,0889	0,0726	0,0493	0,0372
2,5	0,0191	0,0864	0,1324	0,1506	0,1229	0,0962	0,0777	0,0648	0,0454	0,0348
3,0	0,0071	0,0426	0,0740	0,0944	0,0851	0,0700	0,0582	0,0495	0,0357	0,0278
3,5	—0,0003	0,0133	0,0325	0,0503	0,0513	0,0443	0,0380	0,0329	0,0244	0,0192
4,0	—0,0040	—0,0037	0,0063	0,0199	0,0256	0,0238	0,0212	0,0188	0,0144	0,0115
4,5	—0,0051	—0,0114	—0,0078	0,0014	0,0085	0,0096	0,0092	0,0085	0,0069	0,0057
5,0	—0,0047	—0,0132	—0,0134	—0,0080	—0,0014	0,0009	0,0017	0,0020	0,0020	0,0018
5,5	—0,0037	—0,0118	—0,0138	—0,0112	—0,0061	—0,0036	—0,0023	—0,0016	—0,0007	—0,0004
6,0	—0,0025	—0,0090	—0,0115	—0,0108	—0,0073	—0,0051	—0,0038	—0,0030	—0,0020	—0,0014
6,5	—0,0015	—0,0060	—0,0084	—0,0087	—0,0066	—0,0050	—0,0039	—0,0032	—0,0022	—0,0017
7,0	—0,0008	—0,0035	—0,0054	—0,0062	—0,0051	—0,0041	—0,0033	—0,0028	—0,0020	—0,0015
7,5	—0,0003	—0,0017	—0,0030	—0,0038	—0,0035	—0,0029	—0,0024	—0,0021	—0,0015	—0,0012
8,0	0,00004	—0,0005	—0,0012	—0,0020	—0,0021	—0,0018	—0,0015	—0,0013	—0,0010	—0,0008

Продолжение табл. 49

$D_н$ \ $\frac{\alpha_н}{S_н}$	0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	15	20
					m					
0,1	0,1302	0,0397	0,0206	0,0108	0,0058	0,0042	0,0033	0,0028	0,0021	0,0017
0,5	0,0702	0,1401	0,1052	0,0683	0,0443	0,0347	0,0291	0,0253	0,0194	0,0158
1,0	0,0379	0,1405	0,1669	0,1467	0,1083	0,0861	0,0717	0,0616	0,0455	0,0362
1,5	0,0275	0,1192	0,1770	0,1959	0,1634	0,1331	0,1113	0,0953	0,0699	0,0551
2,0	0,0241	0,1062	0,1698	0,2116	0,1943	0,1633	0,1382	0,1191	0,0879	0,0694
2,5	0,0237	0,1011	0,1626	0,2106	0,2038	0,1754	0,1505	0,1307	0,0973	0,0772
3,0	0,0243	0,1003	0,1590	0,2062	0,2030	0,1768	0,1528	0,1334	0,1001	0,0797
3,5	0,0249	0,1009	0,1580	0,2031	0,2000	0,1748	0,1514	0,1325	0,0997	0,0795
4,0	0,0251	0,1016	0,1581	0,2019	0,1981	0,1730	0,1499	0,1311	0,0988	0,0788
4,5	0,0252	0,1019	0,1584	0,2018	0,1973	0,1721	0,1490	0,1303	0,0981	0,0783
5,0	0,0252	0,1020	0,1586	0,2019	0,1972	0,1719	0,1488	0,1301	0,0979	0,0781
5,5	0,0252	0,1020	0,1587	0,2021	0,1973	0,1719	0,1488	0,1301	0,0979	0,0781
6,0	0,0252	0,1020	0,1587	0,2022	0,1974	0,1720	0,1489	0,1301	0,0979	0,0781
6,5	0,0251	0,1020	0,1587	0,2022	0,1975	0,1721	0,1489	0,1302	0,0980	0,0782
7,0	0,0251	0,1019	0,1587	0,2022	0,1975	0,1721	0,1490	0,1302	0,0980	0,0782
7,5	0,0251	0,1019	0,1587	0,2022	0,1975	0,1721	0,1489	0,1302	0,0980	0,0782
8,0	0,0251	0,1019	0,1587	0,2022	0,1975	0,1721	0,1490	0,1302	0,0980	0,0781

Продолжение табл. 49

$D_н$ \ $\frac{a_н}{S_н}$	0,1	0,5	1	2	4	6	8	10	15	20
					j					
0,1	0,8200	0,7232	0,7095	0,6901	0,6559	0,6251	0,5971	0,5715	0,5162	0,4707
0,5	0,9748	0,7871	0,6814	0,5858	0,4758	0,4030	0,3499	0,3092	0,2397	0,1958
1,0	0,9829	0,8583	0,7105	0,5392	0,3781	0,2942	0,2414	0,2049	0,1488	0,1168
1,5	0,9803	0,8781	0,7433	0,5477	0,3531	0,2600	0,2058	0,1702	0,1189	0,0913
2,0	0,9768	0,8789	0,7579	0,5681	0,3607	0,2598	0,2019	0,1647	0,1125	0,0852
2,5	0,9744	0,8753	0,7610	0,5808	0,3740	0,2696	0,2090	0,1701	0,1154	0,0871
3,0	0,9734	0,8723	0,7598	0,5851	0,3821	0,2773	0,2158	0,1760	0,1197	0,0904
3,5	0,9732	0,8710	0,7582	0,5853	0,3848	0,2807	0,2191	0,1791	0,1222	0,0924
4,0	0,9733	0,8707	0,7573	0,5844	0,3849	0,2813	0,2200	0,1800	0,1230	0,0932
4,5	0,9735	0,8708	0,7570	0,5837	0,3843	0,2809	0,2198	0,1798	0,1230	0,0932
5,0	0,9735	0,8709	0,7570	0,5834	0,3838	0,2805	0,2194	0,1795	0,1228	0,0931
5,5	0,9735	0,8710	0,7571	0,5833	0,3836	0,2803	0,2192	0,1793	0,1227	0,0929
6,0	0,9736	0,8710	0,7571	0,5834	0,3836	0,2802	0,2191	0,1793	0,1226	0,0929
6,5	0,9735	0,8710	0,7572	0,5834	0,3836	0,2802	0,2191	0,1793	0,1226	0,0929
7,0	0,9735	0,8710	0,7572	0,5834	0,3836	0,2802	0,2191	0,1793	0,1226	0,0929
7,5	0,9735	0,8710	0,7572	0,5834	0,3837	0,2802	0,2192	0,1793	0,1226	0,0929
8,0	0,9736	0,8710	0,7571	0,5834	0,3837	0,2803	0,2191	0,1793	0,1226	0,0929

Таблица 50

Расчетные параметры для внутренних ограждений

$D_в$ \ $\frac{a_в}{S_в}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
					φ						
0,1	0,2001	0,0589	0,0271	0,0154	0,0100	0,0069	0,0039	0,0025	0,0011	0,0006	0,0004
0,2	0,5000	0,2008	0,1008	0,0595	0,0309	0,0275	0,0158	0,0102	0,0046	0,0026	0,0017
0,4	0,7968	0,4999	0,3099	0,2031	0,1412	0,1031	0,0615	0,0408	0,0191	0,0112	0,0074
0,6	0,8928	0,6869	0,4998	0,3638	0,2706	0,2069	0,1305	0,0893	0,0437	0,0262	0,0176
0,8	0,9302	0,7872	0,6323	0,4990	0,3948	0,3159	0,2116	0,1503	0,0773	0,0476	0,0326
1,0	0,9469	0,8414	0,7175	0,5994	0,4978	0,4145	0,2943	0,2172	0,1181	0,0748	0,0523
1,2	0,9548	0,8715	0,7709	0,6694	0,5763	0,4953	0,3701	0,2834	0,1629	0,1065	0,0761
1,6	0,9596	0,8980	0,8248	0,7482	0,6738	0,6048	0,4873	0,3964	0,2527	0,1759	0,1309
2,0	0,9586	0,9046	0,8439	0,7812	0,7196	0,6612	0,5576	0,4726	0,3260	0,2395	0,1852
2,4	0,9553	0,9032	0,8478	0,7919	0,7376	0,6860	0,5935	0,5158	0,3753	0,2790	0,2286
2,8	0,9512	0,8984	0,8446	0,7917	0,7410	0,6933	0,6079	0,5358	0,4028	0,3162	0,2574
3,2	0,9469	0,8922	0,8381	0,7861	0,7371	0,6913	0,6100	0,5416	0,4147	0,3308	0,2728
3,6	0,9432	0,8857	0,8306	0,7784	0,7297	0,6848	0,6056	0,5394	0,4169	0,3355	0,2789
4,0	0,9391	0,8796	0,8230	0,7701	0,7214	0,6766	0,5984	0,5334	0,4138	0,3345	0,2791

Продолжение табл. 50

$D_в$ \ $\frac{\alpha_в}{S_в}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
					ψ						
0,1	0,3997	0,2351	0,1620	0,1230	0,0989	0,0827	0,0622	0,0498	0,0333	0,0250	0,0200
0,2	0,4984	0,3990	0,2994	0,2350	0,1921	0,1620	0,1230	0,0990	0,0663	0,0499	0,0399
0,4	0,3957	0,4932	0,4558	0,3956	0,3415	0,2975	0,2337	0,1912	0,1305	0,0987	0,0793
0,6	0,2947	0,4489	0,4851	0,4662	0,4294	0,3903	0,3321	0,2705	0,1899	0,1452	0,1174
0,8	0,2296	0,3835	0,4562	0,4740	0,4628	0,4389	0,3826	0,3316	0,2418	0,1878	0,1530
1,0	0,1865	0,3261	0,4105	0,4502	0,4601	0,4528	0,4160	0,3728	0,2837	0,2248	0,1849
1,2	0,1565	0,2802	0,3647	0,4144	0,4379	0,4438	0,4267	0,3948	0,3144	0,2545	0,2120
1,6	0,1179	0,2150	0,2890	0,3412	0,3751	0,3947	0,4054	0,3949	0,3417	0,2896	0,2480
2,0	0,0948	0,1734	0,2354	0,2820	0,3155	0,3383	0,3604	0,3628	0,3339	0,2944	0,2589
2,4	0,0800	0,1458	0,1981	0,2333	0,2683	0,2898	0,3143	0,3221	0,3080	0,2793	0,2505
2,8	0,0703	0,1273	0,1723	0,2071	0,2333	0,2525	0,2755	0,2846	0,2775	0,2558	0,2325
3,2	0,0640	0,1150	0,1549	0,1855	0,2085	0,2255	0,2460	0,2545	0,2500	0,2322	0,2125
3,6	0,0597	0,1072	0,1435	0,1711	0,1917	0,2068	0,2249	0,2323	0,2282	0,2124	0,1948
4,0	0,0579	0,1026	0,1366	0,1622	0,1810	0,1946	0,2108	0,2171	0,2124	0,1975	0,1812

4. Температура внутренней поверхности наружной стены: в момент максимума температуры воздуха в помещении $t_{вп}(0) = (1 - -0{,}524)\ 0{,}64 + \left(-0{,}0018 \cos \frac{2{,}64}{3{,}82} - 0{,}0079 \sin \frac{2{,}64}{3{,}82}\right) 25 = 0{,}144°$,

в момент, когда температура воздуха в помещении спадает до своего среднесуточного значения:

$$t_{вн}(6) = 0{,}201 \cdot 0{,}64 + \left(-0{,}0079 \cos \frac{2{,}64}{3{,}82} + 0{,}0018 \sin \frac{2{,}64}{3{,}82}\right) 25 = 0{,}005°;$$

амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности наружной стены

$$A_{t_{вн}} = \pm \sqrt{0{,}144^2 + 0{,}005^2} = \pm 0{,}144°$$

и сдвиг фазы максимума температуры внутренней поверхности наружной стены относительно максимума температуры воздуха в помещении

$$\sigma_{t_{вн}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{0{,}005}{0{,}144} = 0{,}133\ ч.$$

5. Колебания температуры поверхности внутренних ограждений определяются так:

а) для внутренней стены:

амплитуда колебаний

$$A_{t_{в.с}} = \pm 0{,}64 \sqrt{0{,}449^2 + (1 - 0{,}385)^2} = \pm 0{,}487°,$$

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{t_{в.с}} = 3{,}82 \operatorname{arc\,tg} \frac{0{,}449}{1 - 0{,}385} = 2{,}4\ ч$;

б) для пола:

амплитуда колебаний $A_{t_{пол}} = \pm 0{,}64 \sqrt{0{,}269^2 + (1 - 0{,}195)^2} = \pm 0{,}542°$, сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{t_{пол}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{0{,}269}{1 - 0{,}195} = 1{,}23\ ч$;

в) для потолка:

амплитуда колебаний

$$A_{t_{пот}} = \pm 0{,}64 \sqrt{0{,}355^2 + (1 - 0{,}644)^2} = \pm 0{,}322°,$$

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{t_{пот}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{0{,}355}{1 - 0{,}644} = 3\ ч$.

6. Колебания теплового потока:

а) через наружную стену:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{вн}} = 3{,}82 \operatorname{arctg} \frac{0{,}005}{0{,}144 - 0{,}64} = 11{,}95\ ч$, амплитуда колебаний $A_{w_{вн}} = \pm 41{,}2 \sqrt{0{,}005^2 + (0{,}144 - 0{,}64)^2} = \pm 20{,}6\ ккал/ч$;

б) через окно:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{ок}} = -3{,}82 \operatorname{arctg} \dfrac{\sin \dfrac{2{,}64}{3{,}82}}{\cos \dfrac{2{,}64}{3{,}82} - \dfrac{0{,}64}{25}} = -2{,}7$ *ч*, амплитуда колебаний $A_{w_{ок}} = \pm 8{,}4 \cdot 25 \dfrac{\sin \dfrac{2{,}64}{3{,}82}}{\sin \dfrac{2{,}7}{3{,}82}} = \pm 206$ *ккал/ч*.

7. Колебания поглощения тепла:

а) внутренними стенами:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{в.с}} = -3{,}82 \operatorname{arctg} \dfrac{0{,}449}{0{,}385} = -3{,}29$ *ч*, амплитуда колебаний $A_{w_{в.с}} = \pm 275 \cdot 0{,}64 \sqrt{0{,}385^2 + 0{,}449^2} = \pm 104$ *ккал/ч*;

б) полом:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{пол}} = -3{,}82 \operatorname{arctg} \dfrac{0{,}269}{0{,}195} = -3{,}6$ *ч*, амплитуда колебаний $A_{w_{пол}} = \pm 132 \cdot 0{,}64 \sqrt{0{,}195^2 + 0{,}269^2} = \pm 28{,}1$ *ккал/ч*;

в) потолком:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{пот}} = -3{,}82 \operatorname{arctg} \dfrac{0{,}355}{0{,}644} = -1{,}92$ *ч*; амплитуда колебаний $A_{w_{пот}} = \pm 132 \cdot 0{,}64 \sqrt{0{,}644^2 + 0{,}355^2} = \pm 62{,}2$ *ккал/ч*;

г) воздухом помещения:

сдвиг фазы максимума относительно максимума температуры воздуха в помещении $\sigma_{w_{вз}} = -6$ *ч*, амплитуда колебаний $A_{w_{вз}} = \pm \dfrac{0{,}3 \cdot 45{,}8}{3{,}82} 0{,}64 = \pm 2{,}3$ *ккал/ч*.

ГЛАВА 11

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОУСВОЕНИЯ ПОЛОВ

11.1 (СНиП II-А.7-62, п. 5.1). Полы жилых, общественных и отапливаемых производственных зданий должны иметь показатель теплоусвоения их поверхностей не более величин, указанных в табл. 51 [13].

11.2 (СНиП II-А.7-62, п. 5.2). Показатель теплоусвоения поверхности однородной конструкции пола определяют по формуле

$$\overline{S} = 2s \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}, \qquad (86[18])$$

Таблица 51[13]

Нормируемые величины коэффициента теплоусвоения поверхности полов

№ п/п	Вид помещения, здания	Группа полов	$\bar{S}$, *ккал/м²·ч·град*, не более
1	Жилые помещения, а также основные помещения зданий больниц, поликлиник и детских яслей-садов . .	I	10
2	Помещения общественных зданий (за исключением указанных в п. 1), а также помещения производственных и вспомогательных зданий с долговременным пребыванием людей, не имеющих по роду своих занятий большого физического напряжения и интенсивных движений	II	12*
3	Все виды помещений (кроме указанных в пп. 1 и 2), а также помещения, в которых в соответствии с их назначением должна поддерживаться температура внутреннего воздуха выше +23° С	III	Не нормируется

* Отступления допускаются для помещений производственных и вспомогательных зданий при условии укладки у рабочих мест на пол деревянных щитов или ковриков.

где s — коэффициент теплоусвоения материала пола, принимаемый по табл. 28[1] или вычисляемый по формуле [(2) СНиП II-А.7-62].

11.3 (СНиП II-А.7-62, п. 5.3). Показатель теплоусвоения поверхности пола двухслойной конструкции определяют по формуле

$$\bar{S} = \frac{R_1 \bar{S}_1^2 + \bar{S}_2}{1 + R_1 \bar{S}_2}, \qquad (87[19])$$

где R_1 — термическое сопротивление верхнего слоя в *м²·ч·град/ккал*;

$\bar{S}_1$, $\bar{S}_2$ — показатели теплоусвоения верхнего и нижнего слоев, определяемые по формуле [18].

Примечание. В двухслойной конструкции пола, когда $R_1\bar{S}_1 \geqslant 1$, показатель теплоусвоения принимается равным $\bar{S}$, который определяют по формуле [18].

Таблица 52

Теплофизические свойства полов междуэтажных перекрытий

п/п	Конструкция перекрытия: несущая панель перекрытия	Конструкция перекрытия: пол	Толщина слоя δ в *м*	Теплотехнические показатели материалов: объемный вес γ в *кг/м³*	коэффициент теплопроводности λ в *ккал/м·ч·град*	удельная теплоемкость c в *ккал/кг·град*	коэффициент температуропроводности $a \cdot 10^4$ в *м²/ч*	коэффициент теплоусвоения s (при периоде 4 *ч*) в *ккал/м²·ч·град*	коэффициент тепловой активности b в *ккал/м²·ч$^{1/2}$·град*	Теплофизические показатели: $\overline{S}$, *ккал/м²·ч·град*	B, *ккал/м²* × *ч$^{1/2}$·град*
1	Железобетонные часторебристые прокатные плиты	Паркет	0,018	800	0,15	0,6	3,12	4,34	8,5	8,7	8,5
2	Многопустотная из тяжелого бетона с овальными пустотами	Линолеум	0,033	1100	0,6	0,35	4,15	4,0	7,85	9,45	8,8
		Плиты из легкого бетона	0,04	1200	0,4	0,2	16,6	5,0	9,8		
		Звукоизоляционный слой	0,025	—	—	—	—	—	—		
3	Сплошная из тяжелого бетона	ПХВ плитки	0,004	1800	0,33	0,35	5,23	7,35	14,4	12,4	12,8
		Стяжка из цементно-известкового раствора	0,035	1400	0,45	0,0	16,0	5,73	11,2		
		Звукоизоляционный слой	0,025	—	—	—	—	—	—		
4	Сплошная из тяжелого бетона	Линолеум	0,003	1100	0,16	0,35	4,15	4,0	7,85	10,9	8,56
		Полутвердые древесноволокнистые плиты	0,008	800	0,16	0,6	3,33	4,46	8,75		
		Монолитная стяжка	0,035	1800	0,65	0,2	18,0	7,8	15,3		
		Звукоизоляционный слой	—	—	—	—	—	—	—		
5	Сплошная из тяжелого бетона	Линолеум	0,003	1100	0,16	0,35	4,15	4,0	7,85	11,8	9,1
		Полутвердые древесноволокнистые плиты	0,004	800	0,16	0,6	1,33	4,46	8,75		
		Монолитная цементная стяжка	0,035	1800	0,65	0,2	18,0	7,8	15,3		
		Звукоизоляционный слой	0,025	—	—	—	—	—	—		
6	Сплошная из тяжелого бетона	Линолеум	0,003	1350	0,2	0,35	4,24	5,0	9,82	10,3	10,1
		Плиты из гипсоцементного бетона	0,04	1300	0,4	0,2	15,4	5,2	10,2		
		Звукоизоляционный слой	—	—	—	—	—	—	—		
7	Многопустотная из тяжелого бетона	Релин	0,0026	1200	0,19	0,35	4,54	4,6	9,0	8,1	8,8
		Древесностружечные плиты	0,016	700	0,14	0,6	3,33	7,84	7,7		
		Засыпка из сухого песка	0,03	—	—	—	—	—	—		

11.4 (СНиП II-А.7-62, п. 5.4). Показатель теплоусвоения поверхности пола трехслойной конструкции определяют также по формуле (19), но расчет в этом случае производят последовательно: сначала для второго и третьего слоев, а затем с учетом полученной величины показателя теплоусвоения поверхности второго слоя вычисляют показатель теплоусвоения поверхности пола.

Примечание. В трехслойной конструкции пола, когда $R_1\overline{S}_1+R_2\overline{S}_2 \geqslant 1$, показатель теплоусвоения пола вычисляют по формуле (19) только по двум первым слоям.

Пример 1. Определить показатель теплоусвоения пола из линолеума толщиной 3 *мм*, с объемным весом 1100 *кг/м*^{3}, по слою плит из легкого бетона толщиной 40 *мм*, с объемным весом 1200 *кг/м*^{3} (конструкция № 2 в табл. 52).

Показатели материалов (см. табл. 52)

Линолеум	Плиты из легкого бетона
$\delta_1 = 0{,}003$ *м*	$\delta_2 = 0{,}04$ *м*
$\gamma_1 = 1100$ *кг/м*^{3}	$\gamma_2 = 1200$ *кг/м*^{3}
$\lambda_1 = 0{,}16$ *ккал/м·ч·град*	$\lambda_2 = 0{,}4$ *ккал/м·ч·град*
$c_1 = 0{,}35$ *ккал/кг·град*	$c_2 = 0{,}2$ *ккал/кг·град*
$S_1 = 4$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$s_2 = 5$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$\overline{S}_1 = 2\cdot 4 = 8$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$\overline{S}_2 = 10$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$a_1 = 4{,}5\cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*	$a_2 = 16{,}6\cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*
$b_1 = 7{,}85$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*	$b_2 = 9{,}8$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*

Определим параметры $R\overline{S} = \dfrac{\delta}{\lambda}\,2s$ каждого слоя:

линолеум $R_1\overline{S}_1 = \dfrac{0{,}003}{0{,}16}8{,}0 = 0{,}15$; плиты из легкого бетона $R_2\overline{S}_2 = \dfrac{0{,}04}{0{,}4}\,10{,}0 = 1{,}0$. Так как $R_1\overline{S}_1+R_2\overline{S}_2 = 0{,}15+1{,}0 = 1{,}15 > 1$, то по примечанию к п. 11.4 показатель теплоусвоения конструкции пола определяем по формуле (87[19]), в которой: $R_1 = \dfrac{0{,}003}{0{,}16} = 0{,}019$ *м*^{2} *·ч·град/ккал*; $\overline{S} = \dfrac{R_1\overline{S}_1^2+\overline{S}_2}{1+R_1\overline{S}_2} = \dfrac{0{,}019\cdot 8^2+10}{1+0{,}019\cdot 10} = 9{,}45 < 10{,}0$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*, пол относится к I группе.

Пример 2. Определить показатель теплоусвоения пола из линолеума толщиной 3 *мм*, $\gamma = 1100$ *кг/м*^{3}, по слою полутвердых древесноволокнистых плит толщиной 4 *мм*, $\gamma = 800$ *кг/м*^{3}, уложенных на слой монолитной цементно-песчаной стяжки (конструкция № 5 из табл. 52).

Показатели линолеума приведены в примере 1; материалы двух следующих слоев имеют следующие показатели.

Древесноволокнистая плита	Цементно-песчаная стяжка
$\delta_2 = 0{,}004$ *м*	$\delta_3 = 0{,}035$ *м*
$\gamma_2 = 800$ *кг/м*^{3}	$\gamma_3 = 1800$ *кг/м*^{3}
$\lambda_2 = 0{,}1$ *ккал/м·ч·град*	$\lambda_3 = 0{,}65$ *ккал/м·ч·град*
$c_2 = 0{,}6$ *ккал/кг·град*	$c_3 = 0{,}2$ *ккал/кг·град*
$s_2 = 4{,}46$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$s_3 = 7{,}8$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$\overline{S}_2 = 4{,}46 \cdot 2 = 8{,}92$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$\overline{S}_3 = 7{,}8 \cdot 2 = 15{,}6$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$a_2 = 3{,}33 \cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*	$a_3 = 18 \cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*
$b_2 = 8{,}75$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*	$b_3 = 15{,}3$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*

Определяем параметры $R\overline{S}$ каждого слоя:

линолеум $R_1\overline{S}_1 = \dfrac{0{,}003}{0{,}16} 2 \cdot 4 = 0{,}15$;

древесноволокнистая плита $R_2\overline{S}_2 = \dfrac{0{,}004}{0{,}16} 2 \cdot 4{,}46 = 0{,}223$;

стяжка $R_3\overline{S}_3 = \dfrac{0{,}035}{0{,}65} 2 \cdot 7{,}8 = 0{,}84$; так как $R_1\overline{S}_1 + R_2\overline{S}_2 = 0{,}15 + 0{,}223 = 0{,}373 < 1{,}0$, то рассматриваем и третий слой, при котором $R_1\overline{S}_1 + R_2\overline{S}_2 + R_3\overline{S}_3 = 0{,}15 + 0{,}223 + 0{,}84 = 1{,}213 > 1$; следовательно, по п. 11.4 определяем предварительно по формуле (87) величину $\overline{S}_{2-3}$, в которой $R_2 = \dfrac{\delta_2}{\lambda_2} = \dfrac{0{,}004}{0{,}16} = 0{,}025$ *м*^{2}*·ч·град/ккал*; $\overline{S}_{2-3} = \dfrac{R_2\overline{S}_2^2 + \overline{S}_3}{1 + R_2\overline{S}_3} = \dfrac{0{,}025 \cdot 8{,}92^2 + 15{,}6}{1 + 0{,}025 \cdot 15{,}6} = 12{,}65$.

Показатель теплоусвоения пола при $R_1 = \dfrac{0{,}003}{0{,}16} = 0{,}019$ *м·ч××град/ккал*; $\overline{S} = \dfrac{R_1\overline{S}_1^2 + \overline{S}_{2-3}}{1 + R_1\overline{S}_{2-3}} = \dfrac{0{,}019 \cdot 8^2 + 12{,}65}{1 + 0{,}019 \cdot 12{,}65} = 11{,}2$ *ккал/м*^{2}*××ч·град* < 12 *ккал/м*^{2}*·ч·град*.

Пол относится ко II группе (см. пример 5).

Пример 3. Определить показатель теплоусвоения пола из линолеума толщиной 3 *мм*, $\gamma = 1100$ *кг/м*^{3}, по слою полутвердых древесноволокнистых плит $\gamma = 800$ *кг/м*^{3}, уложенных на слой цементно-песчаной стяжки (конструкция № 4 в табл. 52).

Древесноволокнистая плита	Цементно-песчаная стяжка
$\delta_2 = 0{,}008$ *м*	$\delta_3 = 0{,}035$ *м*
$\gamma_2 = 800$ *кг/м*^{3}	$\gamma_3 = 1800$ *кг/м*^{3}
$\lambda_2 = 0{,}16$ *ккал/м·ч·град*	$\lambda_3 = 0{,}65$ *ккал/м·ч·град*
$c_2 = 0{,}6$ *ккал/кг·град*	$c_3 = 0{,}2$ *ккал/кг·град*
$s_2 = 4{,}46$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$s_3 = 7{,}8$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$\overline{S}_2 = 4{,}46 \cdot 2 = 8{,}92$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*	$\overline{S}_3 = 7{,}8 \cdot 2 = 15{,}6$ *ккал/м*^{2}*·ч·град*
$a_2 = 3{,}33 \cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*	$a_3 = 10{,}0 \cdot 10^{-4}$ *м*^{2}*/ч*
$b_2 = 8{,}75$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*	$b_3 = 15{,}3$ *ккал/м*^{2}*·ч*$^{1/2}$*·град*

Определяем параметры $R\overline{S}$ каждого слоя:

линолеум $R_1\overline{S}_1=\frac{0{,}003}{0{,}16}2\cdot 4{,}0=0{,}15$;

древесноволокнистая плита $R_2\overline{S}_2=\frac{0{,}008}{0{,}16}2\cdot 4{,}46=0{,}45$;

стяжка $R_3\overline{S}_3=\frac{0{,}035}{0{,}65}2\cdot 7{,}8=0{,}84$.

Так как $R_1\overline{S}_1+R_2\overline{S}_2=0{,}15+0{,}45=0{,}6<1{,}0$, то рассматриваем и третий слой, при котором $R_1\overline{S}_1+R_2\overline{S}_2+R_3\overline{S}_3=0{,}15+0{,}45+0{,}84=1{,}44>1$; следовательно, по п. 11.4 определяем предварительно по формуле (87) величину $\overline{S}_{2-3}$, в которой $R_2=\frac{\delta_2}{\lambda_2}=\frac{0{,}008}{0{,}16}=0{,}05$ *м²·ч××град/ккал*;

$$\overline{S}_{2-3}=\frac{R_2\overline{S}_2^2+\overline{S}_3}{1+R_2\overline{S}_3}=\frac{0{,}05\cdot 8{,}92^2+15{,}6}{1+0{,}05\cdot 15{,}6}=11{,}0.$$

Показатель теплоусвоения пола при $R_1=\frac{0{,}003}{0{,}16}=0{,}019$ *м²·ч××град/ккал* будет:

$$\overline{S}=\frac{R_1\overline{S}_1^2+\overline{S}_{2-3}}{1+R_1\overline{S}_{2-3}}=\frac{0{,}019\cdot 8^2+11}{1+0{,}019\cdot 11}=$$

$=10{,}9$ *ккал/м²·ч·град* <12 *ккал/м²·ч·град*.

Пол относится ко II группе.

Пример 4. Рассчитать требуемую толщину полутвердой древесноволокнистой плиты, уложенной на несущую панель перекрытия из тяжелого бетона и являющейся основанием для пола из линолеума в жилом помещении.

Показатели линолеума и древесноволокнистой плиты те же, что и в примерах 1 и 3. Материал бетонной панели имеет следующие показатели: $\gamma_3=2500$ *кг/м³*; $\lambda_3=1{,}2$ *ккал/м·ч·град*; $C_3=0{,}2$ *ккал/кг××град*; $a_3=24{,}0\cdot 10^{-4}$ *м²/ч*; $\overline{S}_3=25{,}0$ *ккал/м²·ч·град*; $b_3=24{,}6$ *ккал/м²××ч$^{1/2}$·град*.

Показатель теплоусвоения всей конструкции пола для жилого помещения согласно табл. 51 должен быть не более 10 *ккал/м²·ч××град*.

Толщину древесноволокнистой плиты необходимо определить из условий, чтобы показатель теплоусвоения пола был не более 10 *ккал/м²·ч·град*.

Из формулы (87) следует, что $\overline{S}=\frac{R_1\overline{S}_1^2+\overline{S}_{2-3}}{1+R_1\overline{S}_{2-3}}=10$.

Находим:

$$\overline{S}_{2-3}=\frac{R_1\overline{S}_1^2-10}{R_1\cdot 10-1}=\frac{0{,}0187\cdot 8^2-10}{0{,}0187\cdot 10-1}=10{,}85\ \text{ккал/м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{град};$$

из равенства $\overline{S}_{2-3}=\frac{R_2\overline{S}_2^2+\overline{S}_3}{1+R_2\overline{S}_3}$ определяем требуемое термическое сопротивление слоя древесноволокнистой плиты:

$$R_2 = \frac{\overline{S}_{2-3} - \overline{S}_3}{\overline{S}_2^2 - \overline{S}_3 \overline{S}_{2-3}} = \frac{10{,}85 - 25}{8{,}92^2 - 25 \cdot 10{,}85} = 0{,}078 \ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

требуемая толщина слоя $\delta_2 = R_2 \lambda_2 = 0{,}078 \cdot 0{,}16 = 0{,}012$ *м*.

11.5. Приведенная в главе СНиП II-А.7-62 методика определения теплотехнических качеств полов по величине показателя их теплоусвоения является приближенной.

Более точный расчет теплотехнических качеств пола следует производить по следующей методике.

11.6. Полы жилых, общественных и отапливаемых производственных зданий должны иметь величину эквивалентного коэффициента тепловой активности B не более значений $\overline{S}$, приведенных в табл. 52.

К полам I группы относятся полы кухонь жилых домов.

Покрытие полов I группы в пределах 3 *мм* независимо от величины B, получаемой по формуле (91), должно быть выполнено из материалов, имеющих b не более 10 $ккал/м^2 \cdot ч^{1/2} \cdot град$. Если покрытие полов в пределах 3 *мм* состоит из двух материалов (двухслойный линолеум, релин и пр.), то оно должно рассматриваться как состоящее из одного материала со средним коэффициентом тепловой активности:

$$b = \frac{2b_1 \delta_1 + b_2 \delta_2}{2\delta_1 + \delta_2}, \qquad (88)$$

где b_1, b_2 — коэффициенты тепловой активности материалов, равные соответственно $\sqrt{\lambda_1 c_1 \gamma_1}$ и $\sqrt{\lambda_2 c_2 \gamma_2}$;

δ_1 — толщина верхнего слоя в *мм*;

$\delta_2 = 3 - \delta_1$ (см. примечание к табл. 51).

11.7. Определение величины B для полов производится, в зависимости от расположения границы активного слоя конструкции пола, следующим образом:

а) если граница активного слоя находится в пределах первого слоя конструкции пола, т. е. когда

$$\frac{\delta_1^2}{a_1 \tau} \geqslant 3, \qquad (89)$$

то

$$B = b_1 \ ккал/м^2 \cdot ч^{1/2} \cdot град,$$

где δ_1 — толщина слоя в *м*;

a_1 — коэффициент температуропроводности материала слоя в $м^2/ч$;

τ — время непрерывного контакта ноги с полом, который следует принимать равным 0,2 *ч*;

$b_1 = \sqrt{\lambda_1 c_1 \gamma_1}$ — коэффициент тепловой активности материала слоя в $ккал/м^2 \cdot ч^{1/2} \cdot град$;

λ_1 — коэффициент теплопроводности материала в $ккал/м \cdot ч \cdot град$;

c_1 — удельная теплоемкость материала в $ккал/кг \cdot град$;

γ_1 — объемный вес материала в $кг/м^3$;

б) если граница активного слоя находится в пределах второго слоя конструкции пола, т. е.:

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau} + \frac{\delta_2^2}{a_2\tau} \geqslant 3, \qquad (9\text{f})$$

то

$$B = b_1(1 + K_{1-2}), \qquad (91)$$

где K_{1-2} — безразмерный параметр, зависящий от отношений величин $\frac{b_2}{b_1}$ и $\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}$. Величина K_{1-2} определяется по графику рис. 62;

в) если граница активного слоя находится в пределах третьего слоя конструкции пола, т. е. когда

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau} + \frac{\delta_2^2}{a_2\tau} + \frac{\delta_3^2}{a_3\tau} \geqslant 3, \qquad (92)$$

то расчет ведем последовательно. Сначала определяем B_{2-3} для слоев 2—3 по формуле

$$B_{2-3} = b_2(1 + K_{2-3}), \qquad (93)$$

где K_{2-3} — безразмерный параметр, определяемый по графику рис. 62 из соотношений величин $\frac{b_3}{b_2}$ и $\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}$.

Затем по формуле (91) вычисляется B пола, но при определении параметра K_{1-2}, входящего в эту формулу, вместо отношения $\frac{b_2}{b_1}$ берется величина отношения $\frac{B_{2-3}}{b_1}$.

Пример 5. Определить B пола, рассмотренного в примере 2 (конструкция № 5 из табл. 52). Вычисляем параметры при $\tau=0{,}2$ *ч*:

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}=\frac{0{,}003^2}{4{,}15\cdot10^{-4}\cdot0{,}2}=0{,}108\approx0{,}11;\quad \frac{\delta_2^2}{a_2\tau}=\frac{0{,}004^2}{3{,}33\cdot10^{-4}\cdot0{,}2}=$$

$$=0{,}24;$$

$$\frac{\delta_3^2}{a_3\tau}=\frac{0{,}035^2}{18\cdot10^{-4}\cdot0{,}2}=3{,}4.$$

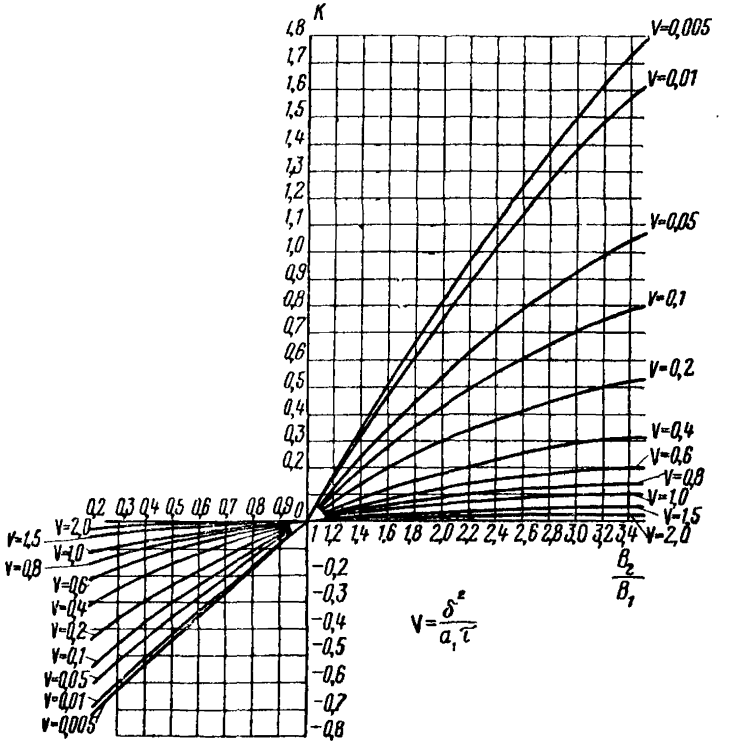


Рис. 62. Номограмма для определения безразмерного параметра K

Так как $\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}+\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}+\frac{\delta_3^2}{a_3\tau}=0{,}11+0{,}24+3{,}4=3{,}75>3$, то согласно п. 11.7, «в» граница активного слоя находится в третьем слое конструкции пола и B определяется последовательно.

Определим B_{2-3} для слоев 2—3 по формуле (93)

$B_{2-3}=b_2(1+K_{2-3})$.

K_{2-3} определяется по графику рис. 62 в зависимости от параметров:

$$\frac{b_3}{b_2}=\frac{15{,}3}{8{,}75}=1{,}75$$

$$\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}=\frac{0{,}004^2}{3{,}33\cdot10^{-4}\cdot0{,}2}=0{,}24 \qquad K_{2-3}=0{,}21;$$

$B_{2-3}=8{,}75(1+0{,}21)=10{,}6.$

Тогда $B=b_1(1+K_{1-2})$.

Аналогично находим:

$$\frac{b_2}{b_1}=\frac{10{,}6}{7{,}85}=1{,}35$$

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}=0{,}11 \qquad K_{1-2}=0{,}16.$$

$B=7{,}85(1+0{,}16)=9{,}1$ *ккал/м²·ч*$^{1/2}$ ·*град.*

Данная конструкция имеет показатель теплоусвоения $\overline{S}=11{,}2$ (см. пример 2) и согласно табл. 51 относится ко второй группе, между тем точный расчет показывает, что конструкция относится к первой группе.

Пример 6. Определить B для пола, рассмотренного в примере 3.

Вычисляем последовательно параметры при $\tau=0{,}2$ *ч*:

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}=\frac{0{,}003^2}{4{,}15\cdot0{,}2}10^1=0{,}11;$$

$$\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}=\frac{0{,}008^2}{3{,}33\cdot0{,}2}10^4=0{,}96;$$

$$\frac{\delta_3^2}{a_3\tau}=\frac{0{,}035^2}{18{,}0\cdot0{,}2}10^1=2{,}70.$$

Так как $\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}+\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}+\frac{\delta_3^2}{a_3\tau}=0{,}11+0{,}96+2{,}70=3{,}77>3$, то согласно п. 11,7 граница активного слоя находится в третьем слое конструкции пола и затем B определяется последовательно.

Определим показатель теплоусвоения слоев 2—3 по формуле

$$B_{2-3}=b_2(1+K_{2-3}).$$

K_{2-3} определяется по графику рис. 62 в зависимости от параметров:

$$\frac{b_3}{b_2}=\frac{15{,}3}{8{,}75}=1{,}75$$

$$\frac{\delta_2^2}{a_2\tau}=0{,}96$$

Находим $K_{2-3}=0{,}05$;

$B_{2-3}=8{,}75(1+0{,}05)=9{,}2.$

Затем находим B по формуле
$B=b_1(1+K_{1-2})$.
Аналогично находим

$$\frac{B_{2-3}}{b_1}=\frac{9,2}{7,85}=1,17$$

$$\frac{\delta_1^2}{a_1\tau}=0,11$$

и $K_{1-2}=0,09$

$B=7,85(1+0,09)=8,5$ *ккал/м²·ч*$^{1/2}$ · *град.*

Данная конструкция имеет величину $B=10,9$ (см. пример 3) и согласно табл. 51 может применяться во второй группе, между тем точный расчет показывает, что конструкция может быть применена в первой группе.

В табл. 52 приведены вычисленные двумя методами показатели теплоусвоения (S и B) для некоторых конструкций полов междуэтажных перекрытий. В этой таблице даны также и теплотехнические показатели материалов этих полов.

ГЛАВА 12

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ ОГРАЖДЕНИЙ

12.1. Движение воздуха через строительный материал или через ограждающую конструкцию происходит вследствие разности давления воздуха, которая возникает в результате воздействия ветра или разности температур. Разность давлений воздуха и величина напора (ветрового и температурного) измеряется в *мм вод. ст.* или в *кг/м²*.

12.2. Физическое явление, характеризующееся тем, что через ограждающую конструкцию проникает воздух из области бо́льших давлений в область меньших давлений, называют инфильтрацией, когда воздух перемещается в помещение, и эксфильтрацией, когда направление движения воздуха — из помещения наружу. Свойство материалов и ограждений пропускать через себя воздух называют их воздухопроницаемостью. Показателями воздухопроницаемости строительных материалов и конструкций являются: коэффициент воздухопроницаемости материала i в *кг/м·ч·мм вод. ст.* и коэффициент воздухопроницаемости конструкции J в *кг/м²·ч·мм вод. ст.*

Величины, обратные показателям воздухопроницаемости, называют сопротивлениями воздухопроницанию.

12.3 (СНиП II-А.7-62, п.6.1). Величину сопротивления воздухопроницанию (инфильтрации) ограждений $R_{о.и}$ в $м^2 \cdot мм$ *вод. ст.* $\cdot$ *ч/кг* вычисляют по формуле

$$R_{о.и} = R_{и_1} + R_{и_2} + R_{и_3} + \cdots, \qquad (94[20])$$

где $R_{и_1}$; $R_{и_2}$; $R_{и_3}$ — сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждения в $м^2 \cdot мм$ *вод. ст.* $\cdot$ *ч/кг*, принимаемые согласно приложению Va.

12.4. В тех случаях когда в приложении Va отсутствуют данные о сопротивлении воздухопроницанию слоя того или иного материала, величина сопротивления воздухопроницанию его может быть определена экспериментально или по коэффициентам воздухопроницаемости материала (i), имеющимся в справочной литературе. В этом случае сопротивление воздухопроницанию слоя вычисляется по формуле

$$R_{и} = \frac{\delta}{i}, \qquad (95)$$

где δ — толщина слоя в *м*;

i — коэффициент воздухопроницаемости материала этого слоя в *кг/м* $\cdot$ *ч* $\cdot$ *мм вод. ст.*

Примечание. Сопротивления воздухопроницанию материалов, выпускаемых промышленностью в виде плит, могут быть вычислены по формуле (95) достаточно надежно. Сопротивление слоев из бетона, железобетона, керамзитобетона, шлакобетона, штукатурных растворов и других, аналогичных перечисленным, может быть вычислено достаточно надежно только при толщине слоев 100 *мм* и более.

Пример 1. Требуется определить сопротивление воздухопроницанию стены, выполненной из неавтоклавного пенобетона толщиной 300 *мм*, при фактурных слоях из цементно-известкового раствора толщиной с наружной стороны 30 *мм* и с внутренней стороны 15 *мм*.

По приложению Va принимаем:

для внутреннего фактурного слоя среднее значение между цементной и известковой штукатурками — по пп. 33 и 34

$$R_{и_1} = \frac{38{,}0 + 14{,}5}{2} = 26{,}2 \ м^2 \cdot мм \ вод. \ ст. \cdot ч/кг;$$

для слоя пенобетона

$R_{и_2} = 20{,}0 \cdot 3 = 60{,}0 \ м^2 \cdot мм \ вод. \ ст. \cdot ч/кг$;

для наружного фактурного слоя толщиной 30 *мм*

$R_{и_3} = 26{,}2 \cdot 2 = 52{,}4 \ мм^2 \cdot мм \ вод. \ ст. \cdot ч/кг.$

Откуда по формуле (94) получаем

$R_{о.и} = 26{,}2 + 60{,}0 + 52{,}4 = 138{,}6 \ м^2 \cdot мм \ вод. \ ст. \cdot ч/кг.$

12.5. Стены крупнопанельных и крупноблочных зданий, выполненные в виде элементов, защищенных с наружной стороны фактурным слоем из керамической плитки, брекчии или цементно-песчаного отделочного слоя толщиной не менее 2 *см*, практически воздухонепроницаемы и расчету на воздухопроницаемость не подлежат. Воздухопроницаемость таких стен определяется только в стыках панелей или блоков друг с другом и с прочими элементами здания, а также в оконных блоках, о чем сказано ниже.

12.6. Воздухопроницаемость стен из мелких штучных камней (кирпича, керамических и шлакобетонных камней) определяется качеством заполнения швов раствором. Особенно воздухопроницаемыми являются вертикальные швы. Поэтому растворные швы каменной кладки в стенах жилых зданий должны быть тщательно расшиты по наружной поверхности или же защищены от воздухопроницания слоем штукатурки. Надлежит применять штукатурные растворы известково-песчаные или нежирные цементно-известково-песчаные растворы. Применение цементных растворов для штукатурки наружной поверхности стен, выполненных из штучных камней, не рекомендуется из-за ухудшения в этом случае влажностного режима стен.

Так как сопротивление воздухопроницанию, создаваемое в кладках штукатурными слоями, вполне удовлетворяет требованиям норм, то толщина слоя, располагаемого между штукатурными слоями, значения не имеет.

12.7. Для применения в строительстве могут быть допущены только те ограждающие конструкции и только такие методы их возведения и монтажа, которые обеспечивают конструкции сопротивление воздухопроницанию $R_{\text{о.и}}$ большее требуемого нормами ($R^{\text{тр}}_{\text{о.и}}$).

12.8 (СНиП II-А.7-62, п. 6.2). Требуемые величины сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений $R^{\text{тр}}_{\text{о.и}}$ в $м^2 \cdot мм\ вод.\ ст. \cdot ч/кг$ следует вычислять по следующим формулам:

а) для наружных стен, бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) и перекрытий над проездами жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий промышленных предприятий по формуле

$$R^{\text{тр}}_{\text{о.и}} = 0{,}1v^2 R^{\text{тр}}_{\text{о}}; \qquad (96[21])$$

б) для наружных стен и бесчердачных покрытий отапливаемых производственных зданий по формуле

$$R_{о.и}^{тр} = 0{,}05v^2 R_о^{тр}; \qquad (97[22])$$

в) для перекрытий чердачных и над замкнутыми подпольями отапливаемых зданий по формуле

$$R_{о.и}^{тр} = 0{,}75R_о^{тр}, \qquad (98[23])$$

где $R_о^{тр}$ — требуемое сопротивление теплопередаче ограждения, определяемое по формулам (23[3]) настоящего Пособия;

v — расчетная скорость ветра в *м/сек*, принимаемая согласно указаниям п. 2.5, но не менее 5 *м/сек*.

Пример 2. Требуется определить, соответствует ли сопротивление воздухопроницанию наружной стены, определенное в примере 1, требуемому сопротивлению воздухопроницанию для жилого дома в Москве.

Средняя скорость ветра для Москвы (согласно приложению к табл. 5 главы СНиП II-А.6-62) $v=4{,}9$ *м/сек*. Однако в соответствии с п. 12.8 расчетная скорость ветра должна быть принята $v=5$ *м/сек*.

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_о^{тр}$ определяем по формуле (23) главы 9:

$$R_о^{тр} = \frac{(t_в - t_н)\,n}{\alpha_в\,\Delta t^н},$$

где $t_в$ — принимаем для жилых зданий равной 18° С;

$t_н$ — принимаем по п. 8.1 главы 8 настоящего Пособия и п. 2.2 главы СНиП II-А.7-62 равной для ограждений средней массивности — 28,5° С;

n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения, принимаем по п. 9.7 главы 9 настоящего Пособия равным 1;

$\Delta t^н$ — нормируемый температурный перепад, согласно табл. 37 главы 9 настоящего Пособия равен 6°;

$\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия, по табл. 30 главы 9 равен 7,5 *ккал/ч · м² · град*.

Тогда $R_о^{тр} = \dfrac{(18+28{,}5)\cdot 1}{7{,}5\cdot 6} = 1{,}03$ *м² · ч · град/ккал*.

Откуда по формуле (96) $R_{о\ и} = 0{,}1 \cdot 5^2 \cdot 1{,}03 = 2{,}6$ *м² · мм вод. ст.* × × *ч/кг*, что в 53 раза меньше фактического, определенного в примере 1.

12.9. Если требуемое сопротивление воздухопроницанию чердачного перекрытия больше, чем имеет запроектированная конструкция, но она удовлетворяет по сопротивлению теплопередаче, следует не увеличивать толщину утеплителя, а повысить его сопротивление воз-

духопроницанию прокладкой пергамина или другого изоляционного материала под слоем утеплителя.

Во избежание «выдувания» тепла из толщи «открытого» утеплителя чердачного перекрытия под влиянием движения воздуха на чердаке или в продухах совмещенных крыш (продольная инфильтрация) надлежит устраивать по слою утеплителя корочку из тощего раствора или присыпку песком толщиной 2—3 *см*.

12.10 (СНиП II-А.7-62, п. 6.3). Требуемое сопротивление воздухопроницанию $R_и^{тр}$ в $м^2 \cdot мм$ *вод. ст.* $\cdot ч/кг$ наружной части ограждения толщиной до $^1/_4$ всей его толщины должно быть в целях устранения проникания наружного воздуха в толщу ограждения не менее определяемого по формуле

$$R_и^{тр} = 0{,}03v^2. \qquad (99[24]$$

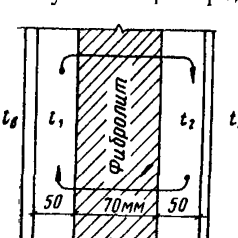
Примечание. Формула [24] не распространяется на чердачные перекрытия и перекрытия над подпольями, а также на стены и покрытия, имеющие вентилируемую воздушную прослойку или кровлю из штучных изделий с воздухопроницаемыми стыками.

К таковым кровлям относятся металлические, черепичные, шиферные и другие аналогичные им кровли.

12.11. Если материал обладает большой пористостью с незамкнутыми порами, что имеет место у таких материалов, как засыпки из шлака и керамзита, у шлаковой и минеральной ваты, у некоторых сортов фибролита и др., то в толще материала при разности температур на его поверхностях возникают конвективные потоки воздуха, увеличивающие теплообмен между поверхностями. Это явление (внутренняя инфильтрация) значительно увеличивает коэффициенты теплопроводности таких пористых материалов, что необходимо учитывать, особенно если этот материал служит перегородкой, разделяющей две смежные воздушные прослойки (см. пример 3).

Пример 3. Определить сопротивление теплопередаче ограждения, изображенного на эскизе, с учетом наличия в нем внутренней инфильтрации.

Ограждение состоит из двух фанерных обшивок, между которыми расположен слой фибролита толщиной 70 *мм*



и имеются воздушные прослойки толщиной по 50 *мм*. Высота стены $H=4$ *м**. Без учета внутренней инфильтрации сопротивление теплопередаче стены будет:

$$R_0 = R_в + R_1 + R_2 + \cdots + R_н = 0{,}133 + 0{,}20 + \\ + \frac{0{,}07}{0{,}12 \cdot 1{,}1} + 0{,}20 + 0{,}05 = 1{,}113 \text{ } град \cdot м^2 \cdot ч/ккал, \quad (100)$$

т. е. вполне удовлетворительное для жилых зданий в климатических условиях Москвы.

Коэффициент теплопередачи стены

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{1{,}113} = 0{,}9 \text{ } ккал/м^2 \cdot ч \cdot град.$$

Примем температуры воздуха: внутреннего $t_в = 18°$ С и наружного $t_н = -30°$ С.

Тогда температуры воздуха в воздушных прослойках будут:

$$\tau_п = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_0}(R_в + \Sigma_{n-1} R); \quad (101)$$

внутреннего $t_1 = 18 - \frac{48}{1{,}113}\left(0{,}133 + \frac{0{,}20}{2}\right) = 8{,}0°$ С; наружного $t_2 = -30 + \frac{48}{1{,}113}\left(\frac{0{,}20}{2} + 0{,}05\right) = -23{,}5°$ С.

Объемные веса воздуха в прослойках соответственно будут равны: $\gamma_1 = 1{,}257$ и $\gamma_2 = 1{,}415$ *кг/м*^{3}.

Вследствие разности объемных весов воздуха в прослойках в нижней части стены воздух будет проникать из наружной прослойки во внутреннюю, а в верхней части, наоборот, из внутренней в наружную, как это показано стрелками на эскизе.

Для каждой половины стены по ее высоте по формуле

$$\Delta p = h(\gamma_н - \gamma_в) \quad (102$$

получим средние разности давлений воздуха при $h = \frac{H}{4} = 1$ *м* следующими:

$$\Delta p = 1(1{,}415 - 1{,}257) = 0{,}158 \text{ } мм \text{ } вод. \text{ } ст.$$

Расход воздуха для каждой половины стены, принимая площадь воздухопроницания $F = 2$ *м*^{2} и сопротивление воздухопроницанию фибролита без заделки швов $R_и = 0{,}05$, будет:

$$W = \frac{\Delta p}{\Sigma R_и} F = \frac{0{,}158}{0{,}05} 2 = 6{,}32 \text{ } кг/ч. \quad (103)$$

Количество тепла, переносимого воздухом из одной прослойки в другую, будет:

$$Q = WC(t_1 - t_2) = 6{,}32 \cdot 0{,}24(8 + 23{,}4) = 47{,}7 \text{ } ккал/ч. \quad (104)$$

---

* Взятая конструкция приводится как пример, в котором наиболее ярко выражено явление внутренней инфильтрации.

Увеличение коэффициента теплопередачи стены за счет внутренней инфильтрации:

$$\Delta k = \frac{Q}{F(t_в - t_н)} = \frac{47{,}7}{4(18+30)} = 0{,}29 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}, \quad (105)$$

а коэффициента теплопередачи стены будет: $k = 0{,}9 + 0{,}25 = 1{,}15$ *ккал/м²·ч·град*, т. е. на 28% больше, чем без учета внутренней инфильтрации.

Сопротивление теплопередаче стены $R_о = \frac{1}{1{,}15} = 0{,}87$ *град·м²×ч/ккал*. Следовательно, такое ограждение не пригодно в условиях Москвы.

12.12 (СНиП II-А.7-62, п. 6.4). Требуемое сопротивление воздухопроницанию слоев, отделяющих в наружных стенах замкнутую воздушную прослойку от наружного воздуха, должно быть не менее определяемого по формуле

$$R_и^{тр} = 0{,}008v^2, \quad (106[25])$$

а стенок, разделяющих воздушные прослойки в наружных стенах, должно быть не менее $R_и^{тр} = 0{,}2$ *мм вод. ст.×м²·ч/кг*.

12.13 (СНиП II-А.7-62, п. 6.5). Сопротивление воздухопроницанию стыков крупнопанельных наружных стен жилых и общественных зданий должно быть не менее $R_{и.с}^{тр}$ *мм вод. ст.·ч·м/кг*, определяемого по формуле

$$R_{и.с}^{тр} = 0{,}13v^2R_о^{тр}. \quad (107[26])$$

12.14. Фактическое сопротивление воздухопроницанию стыка, не определяемое расчетом, рекомендуется устанавливать путем экспериментальных исследований.

12.15. Данные о сопротивлении воздухопроницанию некоторых стыков:

а) стык, заделанный бетоном $R_{и.с} = 0{,}9$ *мм вод. ст·ч·м/кг*;

б) стык с обклейкой полости изнутри рубероидом и прокладкой каната $R_{и·с} = 2{,}0$ *мм вод. ст.·ч·м/кг*;

в) стык бетонный при прокладке из пороизола $R_{и.с} = 3{,}5$ *мм вод. ст.·ч·м/кг*;

г) стык горизонтальный с зубом и прокладкой из пороизола на мастике изол $R_{и·с} = 8{,}0$ *мм вод. ст.·ч·м/кг*;

д) стыки, покрытые снаружи тиоколовым герметиком, $\overline{R}_{и.с} > 10$ *мм вод. ст. · ч · м/кг*.

Пример 4. Для условий Москвы в зданиях со стенами средней массивности по формуле (107) получим

$$R^{тр}_{и.с} = 0{,}13 \cdot 5^2 \cdot 1{,}03 = 3{,}35 \text{ мм вод. ст.} \cdot \text{ч} \cdot \text{м/кг}.$$

то же, но в зданиях с легкими стенами, утепленными материалами, подверженными деформациям:

$$R^{тр}_{и.с} = 0{,}13 \cdot 5^2 \cdot 1{,}31 = 4{,}25 \text{ мм вод. ст.} \cdot \text{ч} \cdot \text{м/кг},$$

Соответственно коэффициент воздухопроницаемости стыка между панелями полносборного строительства должен быть не более:

для зданий со стенами средней массивности 0,3 *кг/м · ч · мм вод. ст.*;

для зданий со стенами легкой массивности 0,24 *кг/м · ч · мм вод. ст.*

12.16. При проектировании герметизации стыков надо иметь в виду, что воздухопроницаемость стыков, защищенных герметиком, со временем увеличивается. Наиболее стойкими герметиками являются тиоколовый и полиизобутиленовый, которые при правильном изготовлении и нанесении могут служить более 5 лет без возобновления.

12.17. Расчет воздухопроницаемости окон. Количество воздуха J в *кг/м² · ч*, проникающего через 1 *м²* окна, при разности давлений между внутренним и наружным воздухом Δp в *мм вод. ст.* в зависимости от величины коэффициента воздухопроницаемости окна i, определяется по табл. 53 (см. приложение Vб). Коэффициент воз-

Таблица 53

Воздухопроницаемость окон J в *кг/м² · ч*

Δp \ i	2	3	4	5	6	7	8	12	18
2	2,9	4,3	5,7	6,7	8,2	9,7	10,9	15,3	22,3
4	4,9	7,1	9,0	10,5	12,8	14,9	16,6	23,2	32,9
6	6,6	9,2	11,6	13,5	16,4	19,0	21,0	29,4	41,1
8	7,9	11,1	14,0	16,1	19,5	22,4	24,8	34,2	47,9
10	9,2	12,8	15,9	18,4	22,2	25,4	28,1	38,7	54,0
12	10,3	14,2	17,8	20,4	24,6	28,1	31,1	46,0	77,8

Примечание. Расход воздуха через окно при других значениях i и Δp определяется согласно приложению Vб

духопроницаемости окна i в *кг/м² · ч · мм вод. ст.* численно равен J при $\Delta p = 1$ *мм вод. ст.*

12.18. Расчетная разность давлений воздуха по обе стороны окна в зданиях, оборудованных естественной вытяжной вентиляцией, для выбора типа окна и его уплотнения приближенно определяется по следующей формуле:

$$\Delta p = 0{,}8 \left[\pm (\gamma_н - \gamma_в) h \pm 0{,}6 \frac{(\beta v)^2 \gamma_н}{2g} \right], \qquad (108)$$

где Δp — разность давлений по обе стороны окна в *мм вод. ст.*;

$\gamma_н$ — объемный вес наружного воздуха при расчетной наружной температуре (средней наиболее холодной пятидневки) в *кг/м³*;

$\gamma_в$ — объемный вес внутреннего воздуха при расчетной внутренней температуре в *кг/м³*;

h — расстояние по вертикали от середины рассматриваемого окна до нейтральной зоны в *м*; положение нейтральной зоны принимается на расстоянии 0,7 высоты здания от уровня земли;

v — расчетная скорость ветра в *м/сек*, определяемая согласно п. 8.3 настоящего Пособия;

$g = 9{,}81$ — ускорение силы тяжести в *м/сек²*;

β — коэффициент, учитывающий несовпадение во времени расчетной скорости ветра и расчетной наружной температуры и представляющий собой отношение скорости ветра при расчетной наружной температуре с расчетной скорости ветра; для Москвы принимается равным 0,6.

Примечание. В квадратных скобках перед первым членом знак «—» соответствует окнам, расположенным ниже, а знак «+» — выше нейтральной зоны; перед вторым членом знак «—» относится к наветренной, а знак «+» — к заветренной стороне здания.

12.19. Количество воздуха, проходящего через 1 *м²* окна, определяется по табл. 53 в зависимости от коэффициента воздухопроницаемости i, принятого типа окна и способа его уплотнения (см. табл. 54).

12.20. Воздухопроницаемость окон во всех случаях, в жилых и общественных зданиях, не должна превышать нормативных значений $J^н$, приведенных в табл. 55.

Таблица 54

Расчетные коэффициенты воздухопроницаемости i окон с деревянными переплетами

Тип переплетов	Количество уплотненных переплетов	Коэффициент воздухопроницаемости окон i в $кг/м^2 \cdot ч \cdot мм$ вод. ст.			
		без уплотнения	с уплотнением прокладками		
			из полушерстяного шнура	из губчатой резины	из пенополиуретана
Одинарные и спаренные . . .	1	28	8	6,2	5,5
Двойные раздельные	1	18	7,5	5,5	5
	2		5,3	4	3,5
Тройные раздельные	1	12	6,8	5,3	4,9
	2		5,0	3,8	3,2
	3		3,7	2,7	2,4

Примечания: 1. Коэффициент воздухопроницаемости балконных дверей принимается по таблице для окон соответствующей конструкции с коэффициентом 1,25.

2. Коэффициент воздухопроницаемости окна, состоящего из одинарного переплета с двойным остеклением, определяется как для обычного одинарного окна.

Пример 5. Проверить возможность применения полушерстяного шнура в качестве уплотнителя в окнах со спаренными переплетами в 5-этажном здании, расположенном в Москве.

Находим перепад давлений по обе стороны окна в первом этаже здания по формуле (108).

Для Москвы средняя температура наиболее холодной пятидневки $t_н = -26°$ С; $\gamma_н = 1{,}43$ $кг/м^3$; $\beta = 0{,}6$; $v = 4{,}9$ $м/сек$.

Для жилых помещений $t_в = 18°$ С и $\gamma_в = 1{,}21$ $кг/м^3$; $h_{эт} = 3$ $м$;

$$\Delta p = 0{,}8\left[-(1{,}43-1{,}21)\cdot(0{,}7\cdot 3\cdot 5-1{,}5)-\frac{0{,}6(0{,}6\cdot 4{,}9)^2\cdot 1{,}43}{2\cdot 9{,}81}\right]=$$

$$=0{,}8(-0{,}22\cdot 9{,}0-0{,}38)=0{,}8(-1{,}98-0{,}38)=-1{,}9 \text{ } мм \text{ } вод. \text{ } ст.$$

Из табл. 54 видно, что коэффициент воздухопроницаемости окна со спаренными переплетами при уплотнении притворов полушерстяным шнуром $i = 8$ $кг/м^2 \cdot ч \cdot мм$ вод. ст.

По табл. 53 находим, что при $\Delta p = 1{,}9$ $мм$ вод. ст. и $i = 8$ $кг/м^2 \cdot ч \cdot мм$ вод. ст. расход воздуха через 1 $м^2$ окна равен 10,9 $кг/м^2 \cdot ч$. Допускаемый для Москвы, по табл. 55 равен 13 $кг/м \cdot ч$, при расчетной температуре, равной —26° С. Следовательно, полушерстяной шнур может быть принят в качестве уплотнителя окон.

Таблица 55

Нормативные значения воздухопроницаемости $J^н$ окон

Расчетные температуры наружного воздуха в *град*	—10 и выше	От —11 до —20	От —11 до —20	От —21 до —30	От —31 до —40	От —41 до —50	От —51 и ниже
Допустимые расходы воздуха через окно $J^н$ в $кг/м^2 \cdot ч$	20	16	16	13	11	10	8

ГЛАВА 13

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

13.1. (СНиП II-А.7.62, п. 7.1). Требования и нормы настоящего раздела главы СНиП предназначаются для оценки в процессе проектирования влажностного состояния ограждающих конструкций с целью установления условий, при которых возникает необходимость устройства дополнительной пароизоляции либо необходимость принятия других конструктивных мер, обеспечивающих нормальный влажностный режим ограждающих конструкций.

Примечание. Нормы допускаемой влажности материалов наружных ограждающих конструкций, приведенные в разделе 7 настоящих норм, не могут служить «приемочными признаками» при сдаче зданий в эксплуатацию.

13.2. Влажностный режим ограждения зависит от:

а) температуры и влажности внутреннего воздуха помещения (СНиП II-А.7-62);

б) температуры и влажности наружного воздуха (главы СНиП II-А.6-62);

в) паропроницаемости и пароемкости материалов;

г) конструкции ограждения и расположения в ней пароизоляционных и теплоизоляционных слоев.

Примечание. Сорбционные свойства строительных материалов определяются по приложению IV; пароемкость строительных материалов находится по формуле (34) главы СНиП II-А.7-62 и приложению IV или по табл. 56 [14].

Таблица 56 (СНиП II-А.7 62*, табл. 14)

Допускаемая влажность материалов в наружных ограждающих конструкциях

№ п/п	Наименование материала	Допускаемая весовая влажность материалов в % (на сухой вес)				Относительная пароемкость материала ζ_0 в *г/кг*
		средняя $W_{ср}$		максимальная местная $W_{макс}$ (в зоне конденсации)	приращение за период влагонакопления[1] $\Delta W_{ср}$ в %	
		к началу периода влагонакопления[1]	к концу периода влагонакопления[1]			
1	Кладка крупноблочная и кирпичная из глиняного обыкновенного кирпича в наружных стенах зданий с сухим и нормальным влажностным режимами помещений .	1,5	3	4,5	1,5	11
2	То же, в наружных стенах зданий с влажным и мокрым влажностным режимом помещений	3	5	7	2	11
3	Кладка из керамических пустотелых блоков в наружных стенах зданий с сухим и нормальным влажностным режимом помещений	1	3	4	2	11
4	Кладка крупноблочная и кирпичная из силикатного кирпича и из плотного силикатного бетона в наружных стенах зданий с сухим и нормальным влажностным режимом помещений	2	4	5	2	12
5	Кладка крупноблочная из шлакобетонных и керамзитобетонных сплошных и пустотелых блоков, а также панели из этих материалов в наружных стенах зданий с сухим и нормальным влажностным режимом помещений	6	10	12	4	49

Продолжение табл. 56[14]

№ п/п	Наименование материала	Допускаемая весовая влажность материалов в % (на сухой вес)				Относительная пароемкость материала ζ_0 в г/кг
		средняя $W_{ср}$		максимальная местная $W_{макс}$ (в зоне конденсации)	приращение за период влагонакопления[1] $\Delta W_{ср}$ в %	
		к началу периода влагонакопления[1]	к концу периода влагонакопления[1]			
6	Кладка крупноблочная из ячеистых бетонов (пенобетона, газобетона и т. п.), а также панели и плиты из ячеистых бетонов в наружных ограждающих конструкциях зданий при объемном весе ячеистого бетона 600 *кг/м³*	8	12	17	4	165
7	То же, при объемном весе ячеистого бетона 800 *кг/м³*	10	15	20	5	200
8	Пеногазостекло . . .	1	2,5	4	1,5	95
9	Фибролит цементный .	10	15	25	5	450
10	Минеральная вата и минераловатные изделия (плиты и войлок) . . .	1	4	6	3	15*
11	Древесина сосновая .	15	20	25	5	480
12	Стиропор и мипора .	15	30	40	15	615
13	Шлаковая засыпка . .	4	6	8	2	40
14	Керамзитовая засыпка	3	5	6	2	—
15	Бетон объемным весом более 1800 *кг/м³* . . .	1	2	4	1	65
16	Внутренний защитно-отделочный (фактурный) слой панелей	2	4	5	2	—

[1] Период влагонакопления условно принят равным продолжительности периода со средними суточными температурами наружного воздуха ниже 0° (см. графу 24 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования»).

* Для минераловатных плит $\zeta_0 = 33$ *г/кг*.

Примечания: 1. Относительные пароемкости, приведенные в табл. 56[14], получены по формуле (34) главы СНиП II-А.7-62 при $m = 25$ и W_x, соответствующей 60%-ной относительной влажности воздуха. 2. Для помещений, в которых на поверхности ограждений возможно выпадение конденсата, формулы (111[28]), (112[29]), не применимы.

13.3. Расчету на увлажнение вследствие паропроницания подлежат наружные ограждения отапливаемых зданий.

13.4. Ограждения мокрых и влажных помещений, в которых возможно образование конденсата на их внутренней поверхности, а также стены, наружная поверхность которых увлажняется косыми дождями, должны защищаться специальными конструктивными мероприятиями.

13.5. Расчет влажностного режима наружного ограждения производится согласно указаниям, приведенным в главе СНиП II-А.7-62, раздел 7, а также дополнений к ним, изложенным в настоящей инструкции.

13.6. Расчет влажностного режима ограждающих конструкций делается для установления следующих положений:

а) будет ли в ограждении конденсироваться водяной пар в холодный период года;

б) при наличии конденсации пара в ограждении в холодный период успеет ли влага удалиться из ограждения в теплый период года. В основу этого расчета принимается условие о недопустимости в процессе эксплуатации здания систематического накопления влаги в ограждении за годовой период;

в) при наличии конденсации влаги в ограждениях в холодный период не допускать накопления влаги к концу периода влагонакопления выше величин, приведенных в табл. 56 [14].

13.7 (СНиП II-А.7-62, п. 7.2). Влажность материалов в наружных ограждающих конструкциях при нормальных условиях эксплуатации зданий не должна быть выше допускаемой, приведенной в табл. 56 [14].

Накопление влаги в наружных ограждающих конструкциях за годовой период эксплуатации не допускается, а приращение влажности строительных материалов за холодный период года не должно быть больше допускаемых значений, приведенных в табл. 56 [14].

13.8 (СНиП II-А.7-62, п. 7.3). Величина сопротивления паропроницанию ограждения (или части его) принимается равной сумме сопротивлений паропроницанию составляющих его слоев.

Сопротивление паропроницанию $R_п$ в $м^2 \cdot мм\ рт.\ ст. \times ч/г$ отдельных слоев ограждения вычисляют по формуле

$$R_п = \frac{\delta}{\mu}, \qquad (109[27])$$

где δ — толщина слоя материала в $м$;

μ — коэффициент паропроницаемости материала в $г/м \cdot мм\ рт.\ ст. \cdot ч$, принимаемый по табл. 1.

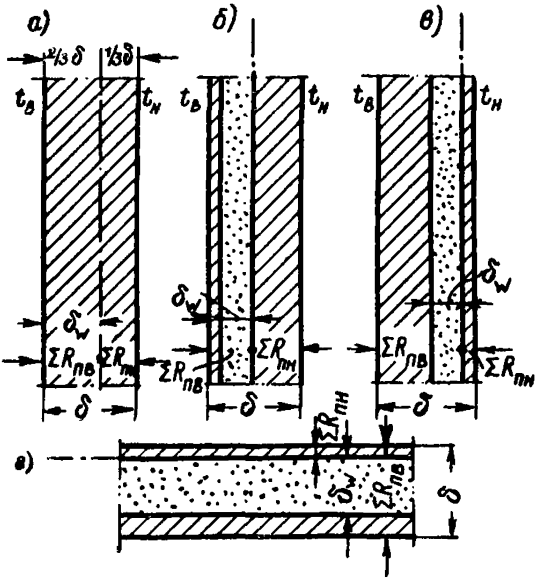


Рис. 63. (СНиП II-А.7-62, рис. 3). Расположение плоскости возможной конденсации (показано пунктирной линией) в наружных ограждающих конструкциях отапливаемых зданий

а, б, в — стены соответственно однородная, утепленная с внутренней стороны, утепленная с наружной стороны; *г* — покрытие

Сопротивление паропроницанию всего ограждения равно сумме сопротивлений его слоев:

$$\Sigma R_п = R_{п1} + R_{п2} + R_{п3} + \cdots + R_{пп}. \qquad (110)$$

Примечания: 1. При наличии в ограждении воздушных прослоек их сопротивление паропроницанию принимается равным нулю независимо от расположения и толщины прослойки.

2. Величины сопротивлений паропроницанию $R_п$ для листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по табл. 4 главы СНиП II-А.7-62 (см. приложение Vв).

13.9 (СНиП II-А.7-62, п. 7.4). В отапливаемых помещениях требуемое сопротивление паропроницанию слоев наружных ограждающих конструкций, расположенных между помещением и плоскостью возможной конденсации (рис. 63[3]), включая пароизоляционный слой, следует определять:

а) исходя из указаний норм о недопустимости систематического накопления влаги в ограждениях за годовой период в процессе эксплуатации по формуле

$$R_{\text{п}}^{\text{тр}} = \frac{(e_{\text{в}} - E)\,\Sigma R_{\text{п.н}}}{E - e_{\text{н}}}; \qquad (111[28])$$

б) исходя из указаний норм об ограничении накоплений влаги к концу периода влагонакопления по формуле

$$R_{\text{п}}^{\text{тр}} = \frac{2{,}4 z_0 (e_{\text{в}} - E_0)}{\gamma_W \delta_W \Delta W_{\text{ср}} + \eta}. \qquad (112[29])$$

Из двух значений $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$, полученных по формулам (111[28]), (112[29]), следует принимать большее. В формулах (111[28]), (112[29]) приняты следующие обозначения:

$e_{\text{в}}$ — упругость водяного пара внутреннего воздуха в *мм рт. ст.*;

$e_{\text{н}}$ — средняя за годовой период упругость (парциальное давление) водяного пара наружного воздуха в *мм рт. ст.*, определяемая по графам 2—13 табл. 3 главы СНиП II-А.6-62;

E — максимальная за годовой период упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации в *мм рт. ст.*, определяемая по формуле

$$E = \frac{1}{12}(E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3 + E_4 z_4); \qquad (113[31])$$

z_1, z_2, z_3, z_4 — продолжительности соответственно зимнего, весеннего, летнего и осеннего периодов в месяцах, определямые по графам 2—13 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 с учетом следующих указаний:

а) **зимний период** включает месяцы со средними температурами ниже —5° С;

б) **весенний и осенний периоды** включают месяцы со средними температурами воздуха от —5° до +5° С;

в) **летний период** включает месяцы со средними температурами воздуха выше +5° С;

E_1, E_2, E_3, E_4 — максимальные упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации в *мм рт. ст.*, определяемые:

а) для вертикальных ограждающих конструкций (стен) — по средним температурам зимнего, весеннего, летнего и осеннего периодов;

б) для горизонтальных ограждающих конструкций — по условным средним температурам ($t_{у.ср}$) зимнего, весеннего, летнего и осеннего периодов, которые вычисляют с учетом влияния солнечной радиации по формуле

$$t_{у.ср} = t_{ср} + \frac{J\rho}{\alpha_н}; \qquad (114[32])$$

$t_{ср}$ — средняя температура наружного воздуха соответствующего периода, определяемая по графам 2—13 табл. 1 СНиП II-А.6-62;

J — средняя солнечная радиация соответствующего (зимнего, весеннего, летнего, осеннего) периода в *ккал/м²·ч*, определяемая по графам 2—13 приложения к табл. 4 главы СНиП II-А.6-62;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности в *ккал/м²·ч·град*, принимаемый по табл. 31[6];

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации поверхности покрытия, равный для рубероида и толя $\rho = 0{,}85$; для рубероида бронированного со светлым гравием, для черепицы красной и асбестоцементных листов $\rho = 0{,}65$.

Для установления положения плоскости конденсации следует руководствоваться следующими указаниями.

В стенах, утепленных изнутри, это будет плоскость примыкания утеплителя к более плотной наружной части, в покрытиях с рулонной кровлей — плоскость примыкания утеплителя к подкровельному слою, в стенах, утепленных снаружи, — плоскость между утеплителем и наружным фактурным слоем, в однородных стенах с

плотным наружным фактурным слоем — плоскость примыкания фактурного слоя к стене.

$\Sigma R_{\text{п.н}}$ — сумма сопротивлений паропроницанию слоев ограждения, расположенных между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации (рис. 63[3];

z_0 — продолжительность в сутках периода со среднесуточными температурами воздуха ниже 0°, определяемая по графе 24 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62;

η — определяют по формуле:

$$\eta = \frac{2{,}4\,(E_0 - e_{\text{н}_0})}{\Sigma R_{\text{п.н}}}\, z_0; \qquad (115[33])$$

E_0 — максимальная упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации в *мм рт. ст.*, определяемая по средней температуре $t_{\text{ср}}$ периода z_0.

Значение $t_{\text{ср}}$ определяют как среднюю температуру для месяцев с отрицательными среднемесячными температурами воздуха;

$e_{\text{н}_0}$ — средняя за период z_0 упругость водяного пара наружного воздуха в *мм рт. ст.*, определяемая по графам 2—13 табл. 3 главы СНиП II-А.6-62 как средняя для месяцев с отрицательными среднемесячными температурами воздуха, но не более 0,9 максимальной упругости водяного пара, соответствующей средней температуре этих месяцев;

γ_W — объемный вес увлажняемого материала в *кг/м*^{3};

δ_W — толщина увлажняемого слоя в *м* (см. рис. 63);

$\Delta W_{\text{ср}}$ — допустимое приращение влажности материала за период z_0, принимаемое по табл. 14.

13.10. Если допустимая нормами максимальная влажность не превышает предела сорбционного увлажнения материала (приложение IV), то для расчета по формуле (112[29]) $\Delta W_{\text{ср}}$ следует брать из соотношения (116):

$$\Delta W_{\text{ср}} = 2{,}4K\xi_0, \qquad (116)$$

где K — коэффициент, зависящий от влажности материала к концу теплого периода года, принимаемый равным 0,006 для сухого, 0,005 для нормального и 0,004 для влажного режима эксплуатации помещений;

ξ_0 — относительная пароемкость увлажняемого материала в *г/кг*, принимаемая для нормального режима эксплуатации по табл. 56 [14] или вычисляемая по формуле

$$\xi_0 = m(W_{100} - W_x),$$

где $m = 20$ для сухого, 25 для нормального и 33 для влажного режима эксплуатации помещений;

W_{100} — весовая влажность материала, соответствующая пределу сорбционного увлажнения материала, в %;

W_x — весовая влажность материала, соответствующая: 50% относительной упругости для сухого, 60% для нормального и 70% для влажного режима эксплуатации помещений.

13.11. При расчете по формуле (111 [28]) могут быть два случая.

Первый случай: $R_п^{тр} > \Sigma R_{п.в}$, когда требуемое сопротивление паропроницанию ($R_п^{тр}$) части ограждения, расположенной между помещением и плоскостью конденсации, больше суммы сопротивлений паропроницанию ($\Sigma R_{п.в}$) слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и плоскостью конденсации (без учета дополнительной пароизоляции). В этом случае влага, накопившаяся в ограждении за холодный период года, не успевает испариться из него за теплый период, т. е. годовой баланс влаги в ограждении положителен.

Влага, ежегодно накапливаясь в ограждении, приводит к прогрессирующему из года в год увлажнению ограждающей конструкции.

В этом случае необходимо производить дополнительные расчеты влажностного режима ограждения за годовой период при неустановившемся состоянии.

Расчет при неустановившемся состоянии дан в приложении III.

Второй случай: $R_{\text{п}}^{\text{тр}} \leqslant \Sigma R_{\text{п.в}}$, когда требуемое сопротивление паропроницанию ($R_{\text{п}}^{\text{тр}}$) части ограждения, расположенной между помещением и плоскостью конденсации, меньше или равно сумме сопротивлений паропроницанию ($\Sigma R_{\text{п.в}}$) слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и плоскостью возможной конденсации.

Это значит, что влага, накопившаяся в ограждении за холодный период года, успевает испариться из него к концу (или раньше) теплого периода, т. е. годовой баланс влаги в ограждении отрицателен или равен 0 и накопления влаги за годовой период не происходит.

13.12. При расчете по формуле (112[29]) могут быть два случая.

Первый случай: $R_{\text{п}}^{\text{тр}} > \Sigma R_{\text{п.в}}$, когда требуемое сопротивление паропроницанию ($R_{\text{п}}^{\text{тр}}$) части ограждения, расположенной между помещением и плоскостью конденсации, больше ($\Sigma R_{\text{п.в}}$) суммы сопротивлений паропроницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и плоскостью конденсации.

Это означает, что материал утепляющего слоя ограждающей конструкции к концу периода влагонакопления окажется в переувлажненном состоянии; приращение средней влажности утепляющего слоя за указанный период будет превышать значение допустимого приращения $\Delta W_{\text{ср}}$, предусмотренного табл. 56[14]. В этом случае необходимо устроить дополнительную пароизоляцию или произвести дополнительный расчет влажностного режима ограждения за зимний период при неустановившемся состоянии (приложение III).

Второй случай: $R_{\text{п}}^{\text{тр}} \leqslant \Sigma R_{\text{п.в}}$, когда требуемое сопротивление паропроницанию ($R_{\text{п}}^{\text{тр}}$) части ограждения, расположенной между помещением и плоскостью конденсации, меньше (или равно) суммы сопротивлений паропроницанию ($\Sigma R_{\text{п.в}}$) слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждений и плоскостью конденсации. Это значит, что в течение всего периода влагонакопления приращение средней влажности материала утепляющего слоя ограждающей конструкции не превышает значения допустимого приращения, взятого из табл. 56[14].

13.13. Дополнительной пароизоляции не требуется, если расчетное сопротивление паропроницанию части

ограждения $\Sigma R_{п.в}$, расположенной между помещением и плоскостью конденсации (без учета дополнительной пароизоляции), равно или превышает большее из двух значений $R_п^{тр}$, полученных по формулам (111[28]), (112[29]).

Если $\Sigma R_{п.в} < R_п^{тр}$, то требуемое сопротивление паропроницанию дополнительного пароизоляционного слоя

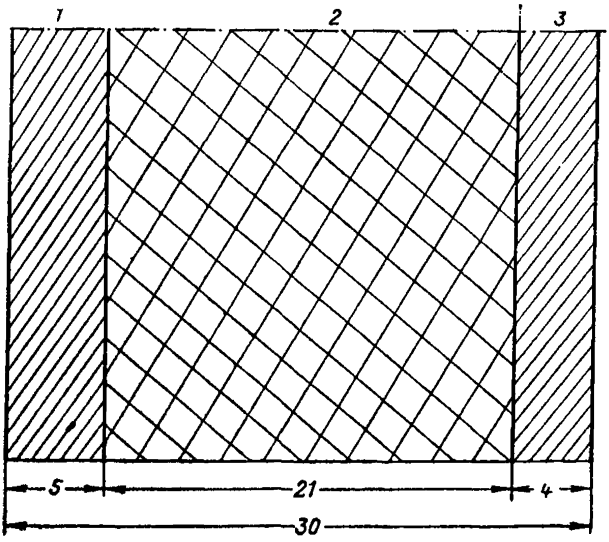


Рис. 64. Сечение стеновой панели серии 1-464А (размеры в *см*; пунктиром показана плоскость возможной конденсации)

1, 3 — железобетон; *2* — утеплитель пенобетон, $\gamma = 500$ *кг/м*³

$r_п^{тр}$ определяется по большему из полученных по формулам (111[28]), (112[29]) значений $R_п^{тр}$ по следующей формуле:

$$r_п^{тр} = R_п^{тр} - \Sigma R_{п.в}. \qquad (117)$$

Пример 1. Определить требуемое сопротивление паропроницанию ($R_п^{тр}$) слоев стеновой панели (рис. 64), расположенной между помещением и плоскостью возможной конденсации, для жилых домов серии 1-464А в климатических условиях Свердловска.

Температура воздуха внутри помещения $t_в = 18°$ С, относительная влажность внутри помещения $\varphi_в = 55\%$.

а) Вычисление $R_п^{тр}$ по формуле (28) главы СНиП II-А.7-62.

Свердловск расположен в зоне с сухим климатом (по карте рис. 1 СНиП II-А.7-62). Влажностный режим помещений с относительной влажностью воздуха $\varphi=55\%$ относится к категории «нормального», следовательно, согласно указаниям главы СНиП II-А.7-62 *табл.* 2 расчетные значения следует принимать по графе А, табл. 1.

Для материалов панели расчетные значения будут следующими:

железобетон — $\gamma=2500$ *кг/м*^{3}; $\lambda=1{,}2$ *ккал/м · ч · град*; $\mu=0{,}004$ *г/м · ч · мм рт. ст.*;

пенобетон — $\gamma=500$ *кг/м*^{3}; $\lambda=1{,}4$ *ккал/м · ч · град*; $\mu=0{,}026$ *г/м × ч мм рт. ст.*

Имеем:

$$R_в = 0{,}133 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал};$$

$$R_1 = \frac{0{,}05}{1{,}2} = 0{,}042 \quad »$$

$$R_2 = \frac{0{,}21}{0{,}14} = 1{,}5 \quad »$$

$$R_3 = \frac{0{,}04}{1{,}2} = 0{,}033 \quad »$$

$$R_н = 0{,}05 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал};$$

$R_0=0{,}133+0{,}042+1{,}5+0{,}033+0{,}05=1{,}758$ *м*^{2} *· ч · град/ккал.*

По формуле (22) определяем четыре значения температур на плоскости возможной конденсации, т. е. между пенобетоном и наружным фактурным слоем (см. рис. 63), соответствующих среднесезонным температурам наружного воздуха, определяемым по графам 2—13 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62.

По значениям температур на плоскости возможной конденсации для различных периодов года определяются максимальные упругости водяного пара E (см. приложение V).

Зима (ноябрь — март): $t_{н1}=-11{,}5°$ С; $z_1=5$ мес.

$$\tau_1 = 18° - \frac{29{,}5 \cdot 1{,}675}{1{,}758} = 18° - 29{,}5 \cdot 0{,}953 = -10{,}1°;$$

$$E_1 = 1{,}93 \text{ мм рт. ст.}$$

Весна (апрель): $t_{н2}=2{,}1°$ С; $z_2=1$ мес.

$\tau_2 = 18° - 15{,}9° \cdot 0{,}953 = 2{,}9°$; $E_2 = 5{,}65$ *мм рт. ст.*

Лето (май — сентябрь): $t_{н3}=13{,}3°$ С; $z_3=5$ мес.

$\tau_3 = 18° - 4{,}7 \cdot 0{,}953 = 13{,}4°$; $E_3 = 11{,}53$ *мм рт. ст.*

Осень (октябрь): $t_{н4}=1{,}2°$ С; $z_4=1$ мес.

$\tau_4 = 18° - 16{,}8 \cdot 0{,}953 = 2°$; $E_4 = 5{,}29$ *мм рт. ст.*

По формуле (113[31]) подсчитываем максимальную за годовой период упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации: $E = \frac{1}{12}(1{,}93 \cdot 5 + 5{,}65 + 11{,}5 \cdot 5 + 5{,}29) = 6{,}52$ *мм рт. ст.*

Определяем среднюю за годовой период упругость водяного пара наружного воздуха по графам 2—13 табл. 3 главы СНиП

II-А.6-62: $e_н = \frac{1}{12}(1{,}3+1{,}5+2{,}1+3{,}6+5{,}5+8{,}7+10{,}4+9{,}3+6{,}6+4{,}1+$
$+2{,}6+1{,}5) = 4{,}78$ *мм рт. ст.*

Вычисляем сопротивления паропроницанию всех слоев стеновой панели:

1-й слой $R_п = \frac{0{,}05}{0{,}004} = 12{,}5$ *м²·мм рт. ст.·ч/г*;

2-й » $R_п = \frac{0{,}21}{0{,}026} = 8{,}1$ »

3-й » $R_п = \frac{0{,}04}{0{,}004} = 10$ »

Отсюда сумма сопротивлений паропроницанию слоев ограждения, расположенных между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации:

$$\Sigma R_{п.н} = 10 \text{ м}^2 \text{ мм рт. ст.·ч/г},$$

а сумма сопротивлений паропроницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью и плоскостью конденсации:

$$\Sigma R_{п.в} = 20{,}6 \text{ м}^2 \text{·мм рт. ст.·ч/г}.$$

Температура внутреннего воздуха, равная 18° С, соответствует $E = 15{,}48$ *мм рт. ст.*, откуда $e_в = 0{,}01 \cdot 55 \cdot 15{,}48 = 8{,}51$ *мм рт. ст.*
Подставляя полученные значения $e_в = 8{,}51$ *мм рт. ст.*; $E = 6{,}52$ *мм рт. ст.*; $e_н = 4{,}78$ *мм рт. ст.*; $\Sigma R_{п.н} = 10$ *м² мм рт. ст · ч/г*
в формулу (111 [28]), получаем:

$$R_п^{тр} = \frac{8{,}51 - 6{,}52}{6{,}52 - 4{,}78} 10 = 11{,}4 \text{ м}^2 \text{·мм рт. ст.·ч/г} < 20{,}6.$$

Так как $R_п^{тр} < \Sigma R_{п.в}$, то систематического накопления влаги в стене не будет.

б) Определение $R_п^{тр}$ по формуле (112 [29]).

По графе 24 табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 определяем продолжительность в сутках периода со среднесуточными температурами воздуха ниже 0° для Свердловска: $z_0 = 172$ суток.

Период с отрицательными среднемесячными температурами воздуха составляет 5 месяцев (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март).

Следовательно, средняя за период в 5 месяцев упругость водяного пара согласно табл. 3 главы СНиП II-А.6-62 составит:

$$e_{н.о} = \frac{1}{5}(1{,}3 + 1{,}5 + 2{,}1 + 2{,}6 + 1{,}5) = 1{,}8 \text{ мм рт. ст.}$$

Средняя температура $t_{н.о}$ за указанный выше период в 5 месяцев составит на основании табл. 1 главы СНиП II-А.6-62:

$$t_{н.о} = \frac{1}{5}([-15{,}6] + [-13{,}6] + [-7{,}4] + [-7{,}1] + [-13{,}6]) = -11{,}5°\text{C},$$

чему соответствует $e_{н.о} = 0{,}9$. $E_{н.о} = 0{,}9 \cdot 1{,}70 = 1{,}53$ *мм рт. ст.*

Подставляя в формулу (22) $t_п - t_{н.о} = -11{,}5°$; $t_в = 18°$ С, подсчитываем температуру на плоскости возможной конденсации τ_0, а по ней определяем максимальную упругость пара E_0:

$$\tau_0 = 18 - \frac{18° - (-11{,}5°)}{1{,}758} 1{,}675 = -10{,}1°;\ E = 1{,}93\ мм\ рт.\ ст.$$

Подсчитываем величину η по формуле (115 [33]):

$$\eta = \frac{2{,}4\,(1{,}93 - 1{,}53)}{10} 172 = 16{,}51.$$

По табл. 56 [14] определяем допустимое приращение влажности утеплителя (пенобетона, $\gamma = 500\ кг/м^3$): $\Delta W_{ср} = 3{,}5\%$.

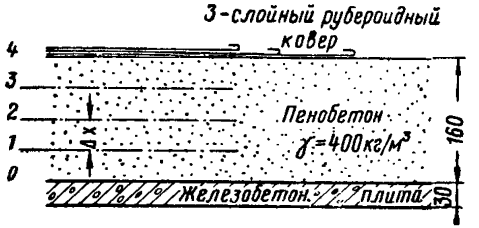


Рис. 65. Расчетная схема покрытия

Подсчитаем $R_п^{тр}$ по формуле (112[29]), подставляя в нее $z_0 = 172$ суток; $e_в = 8{,}51$ *мм рт. ст.*; $E_0 = 1{,}93$ *мм рт. ст.*; $\gamma_w = 500\ кг/м^3$; $\delta_w = 0{,}21$ *м*; $\Delta W_{ср} = 3{,}5\%$; $\eta = 16{,}51$. Получим $R_п^{тр} = \frac{2{,}4 \cdot 172 (8{,}51 - 1{,}93)}{500 \cdot 0{,}21 \cdot 3{,}5 + 16{,}51} =$ $= 7{,}07\ м^2 \cdot мм\ рт.\ ст. \cdot ч/г$, что также меньше $\Sigma R_{п.в}$.

Общий вывод. Так как наибольшее из двух значений, полученных по формулам (111 [28]), (112 [29]), $R_п^{тр} = 15{,}9$ меньше $\Sigma R_{п.в} = 20{,}6\ м^2 \cdot мм\ рт.\ ст. \cdot ч/г$, то устройство дополнительной пароизоляции не требуется.

Пример 2. Требуется установить вид пароизоляции для бесчердачного покрытия прядильного цеха текстильной фабрики в г. Иванове ($t_в = +24°$ С; $\varphi_в = 60\%$; $e_0 = 13{,}43$ *мм рт. ст.*).

Конструкция покрытия решена в виде сборной железобетонной плиты толщиной 0,03 *м* ($\mu = 0{,}004$; $\lambda = 1{,}4$), утепленной пенобетоном толщиной 0,16 *м* ($\mu = 0{,}08$; $\lambda = 0{,}12$) при объемном весе $\gamma = 400\ кг/м^3$ (рис. 65).

Конструкция покрыта трехслойной рулонной кровлей $R_п = 18{,}3\ мм\ рт.\ ст. \cdot м^2 \cdot ч/г$; $\lambda = 0{,}15\ ккал/м \cdot ч \cdot град$.

а) Вычисление $R_п^{тр}$ по формуле (111[28]). Город Иваново расположен в зоне с климатом «нормальной влажности» (по карте рис. 1 СНиП II-А.7-62). Влажностный режим помещений с относительной влажностью воздуха $\varphi_в = 60\%$ относится к категории «нормального», следовательно, согласно указаниям табл. 2 главы СНиП II-А.7-62 расчетные значения λ следует принимать по графе Б табл. 1.

Определяем сопротивление теплопередаче покрытия:

$$R_в = 0{,}133 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал};$$

$$R_1 = \frac{0{,}03}{1{,}4} = 0{,}021 \quad »$$

$$R_2 = \frac{0{,}16}{0{,}12} = 1{,}333 \quad »$$

$$R_3 = \frac{0{,}01}{0{,}15} = 0{,}067 \quad »$$

$$R_н = 0{,}05 \quad »$$

$$R_0 = 0{,}133 + 0{,}021 + 1{,}333 + 0{,}067 + 0{,}05 = 1{,}604 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал}.$$

Сводим в табл. 57 значения средней солнечной радиации (I) зимнего, весеннего, летнего и осеннего периодов в *ккал/м²·ч*, определяемые по графам 2—13 приложения к табл. 4 главы СНиП II-А.6-62, а также продолжительности (z) в месяцах и средних температур ($t_н$) наружного воздуха указанных периодов для г. Иваново [1].

Таблица 57

Среднесезонные значения величин z, $t_н$ и I

Сезоны	z	$t_н$	I
Зима	4	—9,4	44
Весна	1	3,5	150
Лето	5	14,3	168
Осень	2	0	27

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности покрытия в *ккал/м²·ч·град*, принимаемый по табл. 31[6]: $\alpha_н = 20$ *ккал/м²·ч·град*.

Коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью покрытия равен для рубероида: $\rho = 0{,}85$.

На основании полученных данных по формуле (114[32]) вычисляются сезонные значения условных температур:

Зима: $t_{у.ср} = -9{,}4 + \frac{44 \cdot 0{,}85}{20} = -9{,}4 + 44 \cdot 0{,}042 = -7{,}6\ °C.$

Весна: $t_{у.ср} = 3{,}5 + 150 \cdot 0{,}042 = 3{,}5 + 6{,}3 = 9{,}8\ °C.$

Лето: $t_{у.ср} = 14{,}3 + 168 \cdot 0{,}042 = 14{,}3 + 7{,}1 = 21{,}4\ °C.$

Осень: $t_{у.ср} = 0 + 27 \cdot 0{,}042 = 1{,}1\ °C.$

[1] Так как в приложении к табл. 4 главы СНиП II-А.6-62 данных для г. Иваново нет, то величины I взяты по Рожновскому мысу Ярославской области.

Далее, подставляя в формулу (22) $t_в = 24°$ С, а в качестве $t_н$ — величины $t_{у.ср}$, найденные выше, получим значения температур τ на плоскости конденсации для различных периодов года. По этим последним определяются максимальные упругости паров в плоскости конденсации.

Зима (декабрь — март): $z_1 = 4$ мес.

$$\tau_1 = 24 - (24 + 7{,}6)\frac{1{,}487}{1{,}604} = -5{,}3°;\ E_1 = 2{,}94\ мм\ рт.\ ст.$$

Аналогичным образом получаем:
весна (апрель): $z_2 = 1$ мес.

$$\tau_2 = 10{,}8°;\quad E_2 = 9{,}71\ мм\ рт.\ ст.;$$

лето (май — сентябрь): $z_3 = 5$ мес.

$$\tau_3 = 21{,}6°;\quad E_3 = 19{,}35\ мм\ рт.\ ст.;$$

осень (октябрь — ноябрь): $z_4 = 2$ мес.

$$\tau_4 = 2{,}8°;\quad E_4 = 5{,}61\ мм\ рт.\ ст.$$

По формуле (113[31]) определяется значение величины средней за годовой период максимальной упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации:

$$E = \frac{1}{12}(4 \cdot 2{,}94 + 9{,}71 + 5 \cdot 19{,}35 + 2 \cdot 5{,}61) = 10{,}79\ мм\ рт.\ ст.$$

Далее определяем $e_в$, среднегодовое значение упругости водяного пара наружного воздуха $e_н$, $\Sigma R_{п.н}$ и $\Sigma R_{п.в}$:

$$e_в = 13{,}43;\ e_н = 5{,}53;\ \Sigma R_{п.н} = 18{,}3;\ \Sigma R_{п.в} = 12{,}8.$$

Подставляя полученные значения величин в формулу (111[28]), получаем

$$R_п^{тр} = \frac{13{,}43 - 10{,}79}{10{,}79 - 5{,}53}\,18{,}3 = 9{,}18\ м^2 \cdot мм\ рт.\ ст. \cdot ч/г.$$

Так как $R_п^{тр} < \Sigma R_{п.в}$, то систематического накопления влаги в покрытии не будет.

б) Определение $R_п^{тр}$ по формуле (112[29]).

В г. Иванове 5 месяцев с отрицательными температурами (ноябрь — март). Средняя температура этих пяти месяцев $t_{н.о} = -8{,}2°$ С, чему соответствует $E_{н.о} = 2{,}28\ мм\ рт.\ ст.$

По данным табл. 3 главы СНиП II-А.6-62, для этих месяцев

$$e_{н.о} = \frac{2{,}2 + 1{,}9 + 2{,}6 + 3{,}5 + 2{,}3}{5} = 2{,}5\ мм\ рт.\ ст.$$

Так как эта упругость превышает максимальную упругость ($E_{н.о} = 2{,}28$) водяного пара, соответствующую температуре $t_{н.о} = -8{,}2°$ С, то нужно принять $e_{н.о} = 0{,}9 \cdot E_{н.о} = 0{,}9 \cdot 2{,}28 = 2{,}05$ *мм рт. ст.*; $z_0 = 158$ суток; $\tau_0 = 24 - \frac{(24 + 3{,}2)}{1{,}604}1{,}487 = -5{,}8°$; $E_0 = 2{,}81$ *мм рт. ст.*

$$\Delta W_{ср} = 3\%;\ \gamma_w = 400\ кг/м^3;\ \delta_w = 0{,}16\ м.$$

$$\eta = \frac{2{,}4\,(2{,}81 - 2{,}05)}{18{,}3}\,153 = 15{,}7.$$

Подставляя указанные величины в формулу (112 [29]), получаем

$$R_{\text{п}}^{\text{тр}} = \frac{2{,}4 \cdot 158\,(13{,}43 - 2{,}81)}{400 \cdot 0{,}16 \cdot 3 + 15{,}7} = 19{,}4\ м^2 \cdot мм\ рт.\ ст. \cdot ч/г,$$

что больше $\Sigma R_{\text{п.в}} = 12{,}8$.

Общий вывод. Большее из двух значений $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$, полученных по формулам (111 [28]), (112 [29]), равно 19,4 $м^2 \cdot мм$ *рт. ст* $\cdot$ *ч/г.*

Без пароизоляции $\Sigma R_{\text{п.в}} = 12{,}8$, поэтому для ограничения увлажнения покрытия необходимо устроить в нем дополнительную пароизоляцию, сопротивление паропроницанию должно быть не менее: $r_{\text{п}}^{\text{тр}} = 19{,}4 - 12{,}8 = 6{,}6\ м^2 \cdot мм\ рт.\ ст \cdot ч/г.$

Подборка пароизоляции с указанным сопротивлением паропроницанию осуществляется с помощью табл. 1 и формулы (27) СНиП II-А.7-62 или по табл. приложения Va [4].

13.14. Расчет влажностного режима наружных ограждений за холодный период года с учетом зоны конденсации рекомендуется проводить следующим образом [1].

Количество водяного пара, проходящее при стационарных условиях через однослойное ограждение, определяется по формуле

$$q = \mu \frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н}}}{\delta} = \frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н}}}{R_{\text{п}}}, \qquad (118)$$

где q — расход пара в $г/м^2 \cdot ч$;

$e_{\text{в}}$ и $e_{\text{н}}$ — парциальное давление (упругость) водяного пара на внутренней и наружной поверхностях ограждения в *мм рт. ст.*;

μ — коэффициент паропроницаемости материалов в $г/м \cdot ч \cdot мм$ *рт. ст.*;

δ — толщина ограждения в *м*;

$R_{\text{п}}$ — сопротивление паропроницанию ограждения в $м^2 \cdot ч \cdot мм$ *рт. ст./г,* определяемое по формуле (109 [27]).

Если ограждение состоит из нескольких слоев, то расход пара при стационарных условиях определяется по формуле

$$q = \frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н}}}{\Sigma R_{\text{п}}}. \qquad (119)$$

В знаменателе этой формулы стоит сумма сопротивлений паропроницанию всех входящих в ограждение слоев, определяемых для каждого слоя по формуле (109 [27]).

Если внутри однослойного ограждения происходит конденсация водяного пара, то количество $q_{\text{в}}$ пара, входящее в ограждение, определяется по формуле

$$q_{\text{в}} = \xi_{\text{в}} \frac{\mu\,(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\lambda\, R_{\text{о}}}, \qquad (120)$$

[1] Холодный период года составляют месяцы с отрицательными среднемесячными температурами воздуха.

где $t_в$ и $t_н$ — расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха в *град*;

λ — коэффициент теплопроводности материала в *ккал/м*$\times$ $\times$*ч · град*;

$R_о$ — сопротивление теплопередаче ограждения в $м^2 \cdot ч \times$ $\times$*град/ккал*;

$\xi_в$ — относительный расход пара в *мм рт. ст./град*.

Величину $\xi_в$ следует брать по графику на рис. 66, определив предварительно парциальное давление (упругость) $e_в$ водяного пара и температуру $\tau_в$ на внутренней поверхности ограждения.

Количество пара $q_н$, выходящее из ограждения, вычисляется по той же формуле (120), но только величину $\xi_н$ следует брать (по графику рис. 67) для значений $e_н$ и $\tau_н$, вычисленных для наружной поверхности ограждения.

Разность

$$q_к = q_в - q_н = (\xi_в - \xi_н)\,\frac{\mu\,(t_в - t_н)}{\lambda R_о} \qquad (121)$$

определяет количество конденсата, остающееся внутри ограждения.

С помощью тех же графиков можно определить температуру $\tau_{в.к}$ или $\tau_{н.к}$, при которой начинается или заканчивается граница конденсации, если на графиках (рис. 65 и 66) отметить точки касания прямых $\xi_в$ и $\xi_н$ с кривой насыщенного пара.

Если ограждение состоит из нескольких слоев и граница конденсации начинается или заканчивается в крайних слоях, то расчет производится, как указано выше, без каких-либо изменений.

Если же конденсация происходит во внутренних слоях, то соседние слои должны быть предварительно приведены к тому слою, в котором имеет место граница конденсации.

Для этого вместо расчетной температуры $\tau_в$ на внутренней поверхности ограждения принимается условная температура, определяемая из уравнения

$$\overline{\tau}_в = t_{в.о} + \frac{\mu_0}{\lambda_0} \sum \frac{\lambda_i \Delta_i t}{\mu_i}, \qquad (122)$$

где $t_{в.о}$ — температура на внутренней поверхности того слоя, в котором начинается граница конденсации;

μ_0 и λ_0 — коэффициенты паропроницаемости и теплопроводности этого слоя;

μ_i и λ_i — коэффициенты паропроницаемости и теплопроводности соседних слоев, в которых нет конденсации;

$\Delta_i t$ — разность температур поверхностей соответствующих слоев, для которых взяты μ_i и λ_i.

На рис. 68 показана кривая температур, построенная для многослойного ограждения, по которой определяются величины, входящие в формулу (122).

Аналогично производится расчет и для определения расхода водяного пара с наружной стороны.

Если неизвестно, в каком слое происходит конденсация пара, то расчет следует проводить сначала для крайнего с внутренней стороны слоя. Если найденная при этом температура $t_{в.к}$ начала зоны конденсации будет находиться в пределах этого слоя, то получен-

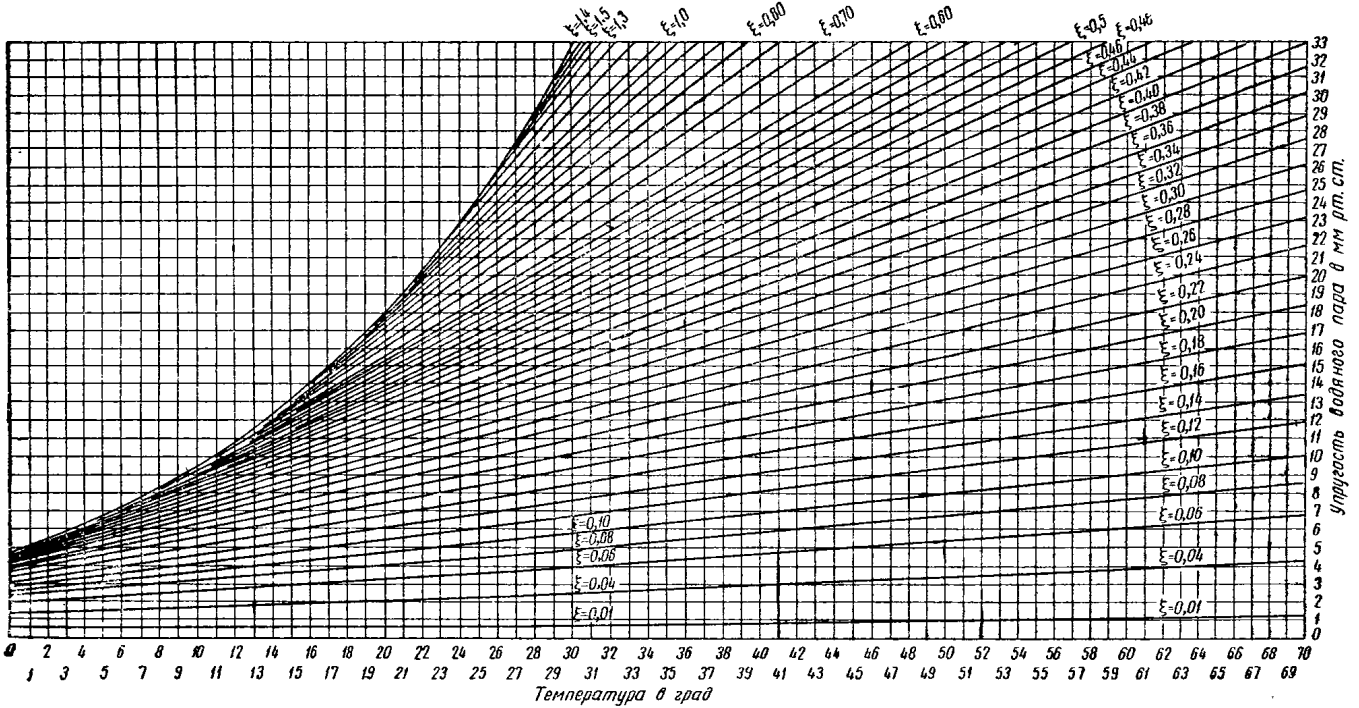


Рис. 66. График определения относительного расхода пара $\frac{S}{S_в}$

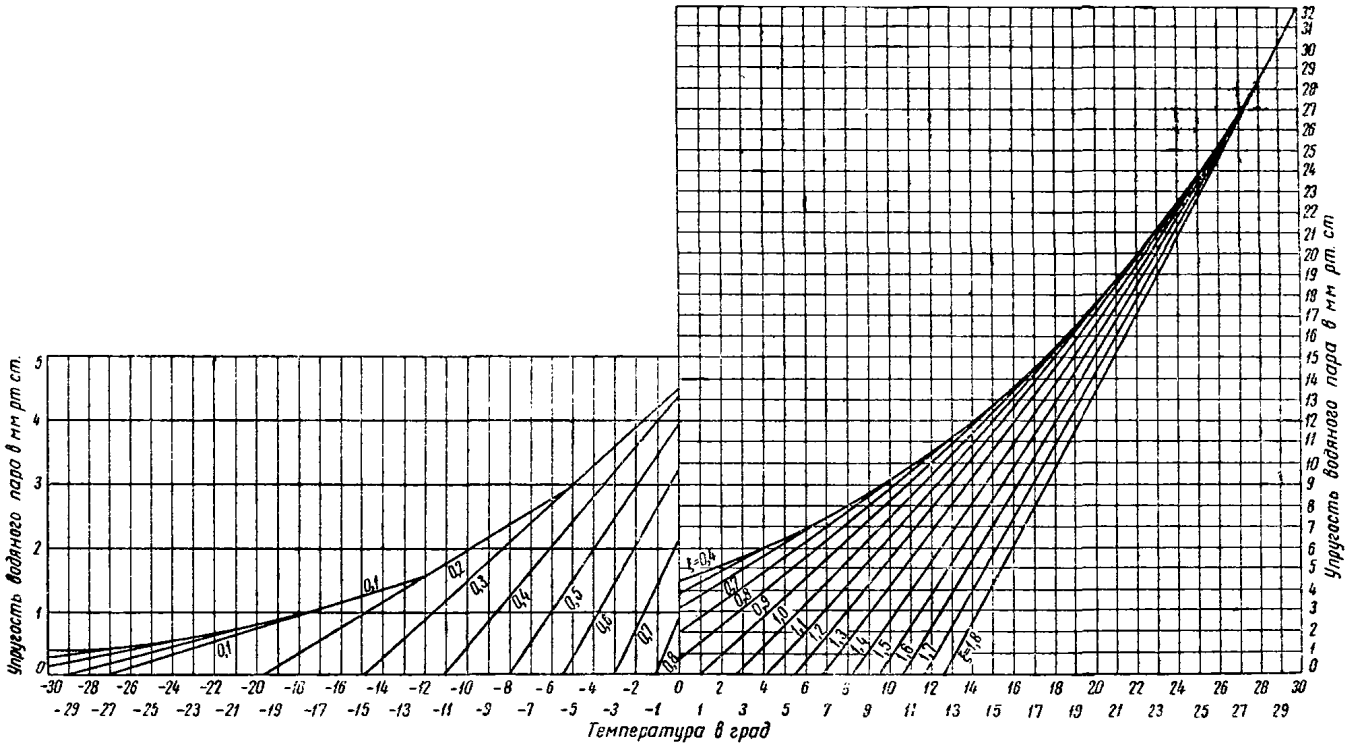


Рис. 67. График определения относительного расхода пара $\xi_н$

ные результаты будут окончательными. Если же $t_{в.к}$ окажется лежащей за пределами этого слоя, то тогда по формуле (122) производится расчет для второго с внутренней стороны слоя и находится соответствующая температура $t_{в.к}$. Если она лежит в пределах этого слоя, то на этом расчет границы оканчивается. В противном случае производится расчет границы конденсации в третьем слое и т. д.

При этом может оказаться, что в одном из слоев граница конденсации по расчету лежит в следующем слое, а для следующего слоя по такому же расчету она должна лежать в предыдущем слое. В таком случае и процесс конденсации будет сосредоточен в плоскости раздела между этими слоями. Если температура в этой плоскости будет выше 0°, то конденсат будет выпадать в жидком виде и всасываться соприкасающимися слоями. Если же температура в плоскости раздела будет ниже 0°, то конденсат будет выпадать в твердом состоянии и заполнит поры, ближайшие к плоскости раздела.

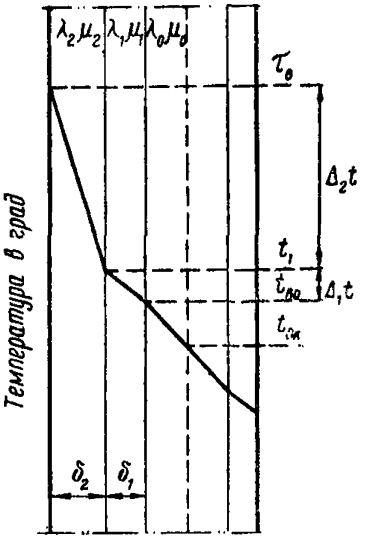


Рис. 68. Изменение температуры в многослойном ограждении

Пример 3. Рассчитать влажностный режим однослойной керамзитобетонной стены толщиной 30 *см* для г. Дудинка в течение холодного периода года.

Температура воздуха внутри помещения $t_в = 20°$ С; относительная влажность $\varphi_в = 46\%$ и упругость водяного пара $e_в = 8$ *мм рт. ст.*

По главе СНиП II-А.7-62 (карта на рис. 1) г. Дудинка относится к зоне с «нормальным» климатом. Влажностный режим помещений с относительной влажностью 46% относится к категории «сухого». Поэтому согласно указаниям главы СНиП II-А.7-62 (табл. 2) расчетные значения материалов ограждения принимаются по графе А, табл. 1.

Керамзитобетон объемным весом 800 *кг/м*^{3} будет иметь $\lambda = 0{,}2$ *ккал/м · ч · град* и $\mu = 0{,}025$ *г/м · мм рт. ст. · ч.*

Сопротивление теплопередаче керамзитобетонной стены по формуле (8[3]) будет: $R_0 = 0{,}133 + \dfrac{0{,}30}{0{,}20} + 0{,}05 = 1{,}683$ *м*^{2} *· ч · град/ккал.*

Подставляя среднемесячные значения температуры наружного воздуха $t_н$ (табл. 1 главы СНиП II-А.6-62), $t_в$ и R_0 в формулу (22), получим значения температуры на поверхностях стены $\tau_в$ и $\tau_н$.

По табл. 3 главы СНиП II-А.6-62 определяем среднемесячную упругость водяного пара наружного воздуха $e_н$.

На основании температуры $\tau_в$ и упругости водяного пара $e_в$ на внутренней поверхности по графику рис. 66 определяем $\xi_в$, таким же образом по графику рис. 67 на основании $\tau_н$ и $e_н$ находится $\xi_н$.

Полученные значения $t_н$, $e_н$ $\tau_в$, $\tau_н$, $\xi_в$, $\xi_н$ по месяцам сведем в табл. 58.

Таблица 58

Среднемесячные значения расчетных величин

Месяцы	$t_н$	$e_н$	$t_в - t_н$	$t_в - \tau_в$	$\tau_н - t_н$
Январь	—29,5	0,5	49,5	3,9	1,5
Февраль	—25,7	0,7	45,7	3,6	1,4
Март	—22,5	0,8	42,5	3,4	1,3
Апрель	—16,0	1,5	36,0	2,8	1,1
Май	— 6,4	2,7	26,4	2,1	0,9
Октябрь	— 8,4	2,3	28,4	2,2	0,8
Ноябрь	—21,8	1,0	41,8	3,3	1,2
Декабрь	—26,9	0,6	46,9	3,7	1,4

Продолжение табл. 58

Месяцы	$\tau_в$	$\tau_н$	$\xi_в$	$\xi_н$	$\xi_в - \xi_н$	$(\xi_в - \xi_н) \times (t_в - t_н)$
Январь	16,1	—28,0	0,2	0,01	0,19	9,4
Февраль	16,4	—24,3	0,2	0,04	0,16	7,3
Март	16,6	—21,2	0,2	0,06	0,14	5,95
Апрель	17,2	—14,9	0,2	0,10	0,10	3,6
Май	17,9	— 5,5	0,19	0,32	—0,13	—3,43
Октябрь	17,8	— 7,6	0,19	0,26	—0,07	—1,99
Ноябрь	16,7	—20,6	0,2	0,06	0,14	5,85
Декабрь	16,3	—25,5	0,2	0,04	0,16	7,5

Из таблицы видно, что $\Sigma[(\xi_в - \xi_н)(t_в - t_н)]$ за холодный период равна 34,2 и средняя за этот период составляет $\frac{34,2}{8} = 4,28$. Количество влаги, конденсирующейся в ограждении в течение холодного периода года, будет:

$$q_к = \frac{1}{8} \Sigma (\xi_в - \xi_н)(t_в - t_н) \frac{\mu}{\lambda R_о} =$$

$$= 4,28 \frac{0,025}{0,2 \cdot 1,683} = 0,318 \ г/м^2 \cdot ч$$

или $q_к = 1,86 \ кг/м^2$ за холодный период года.

За тот же период при объемном весе керамзитобетона 800 *кг/м*³ весовая влажность повысится на $\Delta W = \frac{1{,}86}{800 \cdot 0{,}3} 100 = 0{,}775\%$.

При таком повышении влажности керамзитобетона его теплозащитные качества будут снижаться незначительно.

13.15 (СНиП II-А.7-62, п. 7.5). Требуемое сопротивление паропроницанию $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$ конструкции чердачных перекрытий или бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) со сплошными вентилируемыми воздушными прослойками или кровлей из штучных изделий (черепичной, из асбестоцементных плиток и листов) в целях ограничения конденсации водяного пара в чердачном пространстве, воздушной прослойке или под кровельным слоем должно быть не менее определяемого по формуле

$$R_{\text{п}}^{\text{тр}} = 1{,}2\left(e_{\text{в}} - e_{\text{н}}\right), \qquad (123[35])$$

где $e_{\text{в}}$ — упругость водяного пара внутреннего воздуха в *мм рт. ст.*;

$e_{\text{н}}$ — упругость водяного пара наружного воздуха, средняя за три зимних месяца, в *мм рт. ст.*, определяемая по табл. 3 главы СНиП II-А.6-62, но не более 0,9 максимальной упругости водяного пара, соответствующей средней температуре этих месяцев.

Примечание. В покрытиях со сплошными вентилируемыми прослойками величину $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$ определяют для части покрытия, расположенной ниже прослойки.

13.16. Начальная влажность материалов в ограждающих конструкциях.

За начальную влажность материалов в ограждающих конструкциях принимается влажность их при вводе здания в эксплуатацию;

Для обеспечения удовлетворительных качеств зданий в начальный период их эксплуатации превышение средней начальной влажности материалов над средней допускаемой к концу периода влагонакопления (табл. 56[14]) не должно быть больше указанного в табл. 59.

Примечание. Требования табл. 59 не распространяются на ограждающие конструкции влажных и мокрых помещений, в которых допустимая влажность материалов определяется по соображениям обеспечения требуемой долговечности;

Таблица 59

Допускаемое превышение ΔW средней начальной влажности над средней допускаемой к концу периода влагонакопления

Группа	Материалы и конструкции	Объемный вес γ в $кг/м^3$	ΔW в % по весу
1. Быстро высыхающие материалы и конструкции	Стены из обыкновенного глиняного кирпича при толщине до 51 *см*	1800	5
	Стены из дырчатого и облегченного кирпича, керамических камней и других обжиговых материалов на тяжелом и легком растворах	1600	6,0
		1400	6,5
		1200	6,5
	Крупнопористые беспесчаные бетоны на плотных заполнителях	1900	4
		1600	5
	Стены из пустотных легкобетонных блоков типа «Крестьянин»	1600	4,5
		1400	5
		1200	6
	Пено- и газобетоны на клинкерных вяжущих в однослойных ограждениях и в двухслойных ограждениях с плотным слоем с внутренней стороны	1000	6
		800	7
		600	8
	Все неорганические термоизоляционные материалы с объемным весом до 600 $кг/м^3$ в многослойных конструкциях при расположении утеплителя с внешней стороны ограждения, а также в конструкциях с вентилируемыми воздушными прослойками и каналами	600	12
		400	15
	Шлаковые, керамзитовые и прочие засыпки из неорганических материалов в чердачных перекрытиях и вентилируемых покрытиях	1000	8
		800	10
		600	10
		400	15
2. Материалы и конструкции со средней скоростью высыхания	Стены из обыкновенного глиняного кирпича при толщине не более 51 *см*	1800	5
	Керамзитобетон в однослойных и двухслойных ограждениях с плотным слоем с внутренней стороны	1200	4
		1000	5
		800	6
		600	7

Продолжение табл. 59

Группа	Материалы и конструкции	Объемный вес γ в $кг/м^3$	ΔW в % по весу
	Термовкладыши и засыпки в облегченных кирпичных стенах	1000	6
		800	7
		600	8
		400	10
	Пено- и газобетон, а также керамзитобетон в двухслойных ограждениях с плотным слоем с наружной стороны	1000	4
		800	5
		600	6
		400	8
3. Медленно высыхающие материалы и конструкции	Кладка из силикатного кирпича, блоки и панели из силикатного бетона	1900	4
		1400	5
		1200	6
	Блоки и панели из керамзитобетона при объемном весе материала более 1200 $кг/м^3$	1600	4
		1400	4,5
	Стены из шлакобетона, пемзобетона, перлитобетона и других аналогичных материалов	1600	6
		1400	6,5
		1200	7
		1000	7,5
		800	8
	Термоизоляционные неорганические материалы в многослойных конструкциях с плотными наружными и внутренними слоями	600	7
		400	9
4. Герметизированные конструкции	Термоизоляционные материалы в ограждениях с непроницаемыми или малопаропроницаемыми, наружными и внутренними слоями, где влажность термоизоляции с течением времени меняется незначительно (невентилируемые покрытия с паронепроницаемым слоем, расположенным ниже утеплителя, невентилируемые стены с металлическими, полимерными двухсторонними облицовками и т. п.)	Средняя начальная влажность не должна превышать среднюю допустимую к концу периода влагонакопления	

Примечания: 1. В таблице приведены допускаемые превышения начальной влажности материалов в ограждающих конструкциях зданий, возводимых в зоне нормального влажностного климата. Для влажной зоны допускаемую среднюю начальную влажность следует принимать с коэффициентом 0,8, а для сухой — с коэффици-

ентом 1,2 к указанному в таблице (градация зон см. карту на рис. 1 главы СНиП II-А.7-62).

2. Начальная влажность материалов растительного происхождения не должна превышать 80% максимальной сорбционной влажности, установленной соответствующими ГОСТами.

3. Нормальный температурно-влажностный режим внутреннего воздуха и необходимые условия просыхания ограждений в начальный период эксплуатации зданий, определяемый п. 13.3, должны обеспечиваться путем более интенсивного отопления для повышения температуры внутреннего воздуха на 4—5° против нормируемой.

4. Допускаемая начальная влажность материалов в ограждениях должна обеспечиваться за счет ограничения влажности при поставке изделий предприятиями-изготовителями (отпускная влажность), а также за счет правильного хранения материалов и конструкций, защиты их от атмосферных осадков и других мер.

5. Допускаемая начальная влажность материалов в ограждающих конструкциях является отпускной для предприятий, поставляющих конструкции, а также приемочной при сдаче здания в эксплуатацию.

В зависимости от времени завершения строительства и скорости просыхания ограждающих конструкций период их сушки допускается при быстро высыхающих ограждениях 1,5—2 года, при ограждениях, обладающих средней скоростью высыхания, 2—2,5 года и при медленно высыхающих ограждениях 2,5—3 года (более длительный начальный период для каждой из групп относится к зданиям, вводимым в эксплуатацию зимой).

Пример 4. Определить допускаемую среднюю начальную влажность однослойных крупнопанельных стен из пенобетона объемным весом 800 *кг/м*^{3} в зданиях, строящихся в зоне нормального влажностного климата.

Конструкция относится к быстро высыхающим. Допускаемая влажность пенобетона к концу периода влагонакопления согласно табл. 14 СНиП II-А.7-62 равна: $W_{доп}=15\%$ по весу. Допускаемое превышение начальной влажности над эксплуатационной, определяемое по табл. 59, составляет $\Delta W=7\%$. Следовательно, допускаемая начальная влажность пенобетонных стен равна:

$$W_{доп.\ нач} = W_{доп} + \Delta W = 15 + 7 = 22\%. \qquad [124]$$

Для влажного климата согласно примечанию 1 к табл. 59 получим $W_{нач}=22{,}0 \cdot 0{,}8=17{,}6\%$.

*

* *

Метод расчета влажностного режима ограждающих конструкций в нестационарных условиях приведен в приложении III. Необходимые для расчета изотермы сорб-

ции, определяющие весовую влажность материала в зависимости от относительной влажности воздуха, приведены в приложении IV. Пример построения изотермы сорбции приведен на рис. 69. Относительную пароемкость материалов определяют по изотерме сорбции в зависимости от относительной влажности воздуха. Пример построения графика показан на рис. 70.

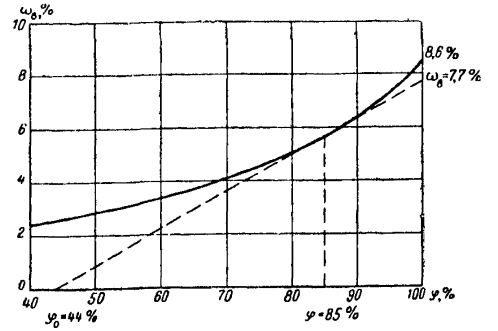


Рис. 69. Изотерма сорбции пенобетона, $\gamma = 400$ *кг/м*^{3}

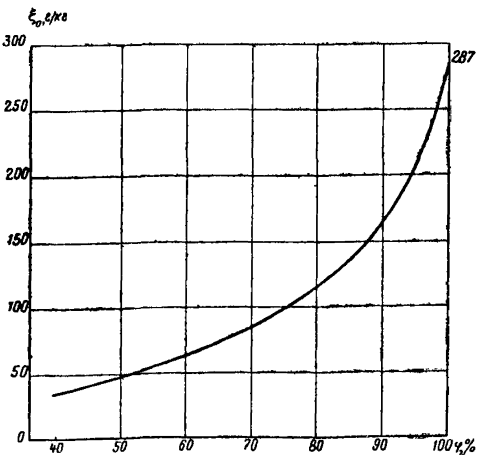


Рис. 70. График зависимости $\xi_0 = f(\varphi)$; пенобетон, $\gamma = 400$ *кг/м*^{3}

РАЗДЕЛ III

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ГЛАВА 14

ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

14.1. Рекомендации настоящей главы Пособия распространяются на проектирование ограждающих конструкций жилых квартирных домов, гостиниц и общежитий, административных зданий, больниц и санаториев, детский яслей-садов, школ и учебных заведений всех типов, кроме музыкальных.

Примечание. При решении вопросов звукоизоляции конструкций в зданиях, не предусмотренных в п. 14.1, следует руководствоваться нормами и техническими условиями для проектирования соответствующих зданий.

14.2. Основные мероприятия по звукоизоляции ограждающих конструкций должны быть предусмотрены проектным заданием и детально разработаны в рабочих чертежах. Проектные рекомендации по звукоизоляции должны быть подвергнуты специальной экспертизе.

14.3. Качество работ, связанных с осуществлением мероприятий по звукоизоляции, обеспечивается строительными организациями.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

14.4. Звукоизолирующая способность внутренних стен и перегородок характеризуется показателем звукоизоляции от воздушного звука $E_в$, а междуэтажных перекры-

Таблица 60 [6] (СНиП II-В.6-62)

Нормативные величины звукоизолирующей способности ограждающих конструкций зданий различного назначения

№ п/п	Типы зданий и ограждающих конструкций	Показатель звукоизоляции в *дб*	
		от воздушного звука $E_в$	от ударного звука $E_у$
	Квартирные дома		
1	Перекрытия между жилыми помещениями (квартирами)	—1	0
2	Перекрытия между жилыми помещениями и подвалами, холлами, лестничными клетками	—1	0
3	Стены и перегородки между квартирами	—1	—
4	Стены между жилыми помещениями и лестничными клетками	—1	—
5	Перегородки без дверей между жилыми комнатами в квартире	—9	—
6	Перегородки между жилыми комнатами и санитарными узлами одной квартиры	—5	—
	Общежития и гостиницы		
7	Перекрытия между жилыми комнатами в общежитиях и между номерами в гостиницах	—5	—5
8	Перекрытия, отделяющие жилые комнаты в общежитиях и номера в гостиницах от общих подсобных и встроенных нежилых помещений (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—1	0
9	Стены и перегородки между жилыми комнатами в общежитиях и номерами в гостиницах	—5	—
10	Стены и перегородки, отделяющие жилые комнаты в общежитиях и номера гостиниц от общих подсобных и нежилых помещений (лестничных клеток, холлов, вестибюлей) . . .	—1	—
	Административные здания		
11	Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами	—5	—5

Продолжение табл. 60

№ п/п	Типы зданий и ограждающих конструкций	Показатель звукоизоляции в *дб*	
		от воздушного звука $E_в$	от ударного звука $E_у$
12	Перекрытия, отделяющие рабочие комнаты, кабинеты, секретариаты от помещений общего пользования (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—5	—5
13	Стены и перегородки между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами	—5	—
14	Стены и перегородки, отделяющие рабочие комнаты, кабинеты, секретариаты от помещений общего пользования (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—5	—
	Больницы и санатории		
15	Перекрытия между палатами . .	—5	—5
16	Перекрытия между операционными и другими помещениями	—1	0
17	Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—1	0
18	Стены и перегородки между палатами в больницах и санаториях . .	—5	—
19	Стены и перегородки, отделяющие палаты, операционные, читальные залы в санаториях от помещений общего пользования (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—1	—
	Школы и учебные заведения всех типов, кроме музыкальных		
20	Перекрытия между классами в школах и аудиториями в институтах . .	—5	—5
21	Перекрытия, отделяющие классы, аудитории от помещения общего пользования (лестничных клеток, холлов, вестибюлей)	—1	0
22	Стены и перегородки между классами в школах и аудиториями в институтах	—5	—

Продолжение табл. 60

№ п/п	Типы зданий и ограждающих конструкций	Показатель звукоизоляции в *дб*	
		от воздушного звука $E_в$	от ударного звука $E_у$
23	Стены и перегородки, отделяющие классы, аудитории от помещений общего пользования (лестничных клеток, рекреаций, холлов, вестибюлей)	—1	—
	Детские ясли-сады		
24	Перекрытия между групповыми комнатами в детских садах и между детскими комнатами в яслях . . .	—5	—5
25	Стены и перегородки между групповыми комнатами в детских садах и между детскими комнатами в яслях .	—5	—

тий — показателями звукоизоляции от воздушного звука $E_в$ и от ударного звука $E_у$, нормативные величины которых приведены в табл. 60.

14.5. Показатель звукоизоляции численно равен целому числу децибел (*дб*), на которое нужно сместить нормативную кривую для того, чтобы среднее неблагоприятное отклонение кривой частотной характеристики измеренной или рассчитанной звукоизолирующей способности (или приведенного уровня ударного звука) от смещенной нормативной кривой не превышало 2 *дб*.

14.6. Показатель звукоизоляции конструкций от воздушного звука $E_в$ определяют путем вычислений неблагоприятных отклонений частотных характеристик рассчитанной или измеренной звукоизолирующей способности от соответствующих нормативных кривых *I* и *II* (рис. 71). Неблагоприятными отклонениями считаются отклонения, расположенные ниже нормативных кривых.

Примечания: 1. Для ограждений с площадью менее 10 $м^2$ или со встроенными шахтами и каналами, а также для стен и перекрытий, площади которых различны в разделяемых ими помещениях (например, стена или перекрытие, отделяющее одно большое помещение от двух меньших), показатель звукоизоляции от воздушного звука $E_в$ определяется путем сравнения кривых приведенной разности измеренных уровней звукового давления с нормативными кривыми *I* и *II*.

2. Требования к звукоизоляции от воздушного звука стен не должны снижаться за счет наличия в них шахт и каналов.

14.7. Показатель звукоизоляции перекрытий от ударного звука E_y определяют путем вычисления неблагоприятных отклонений частотных характеристик рассчитан-

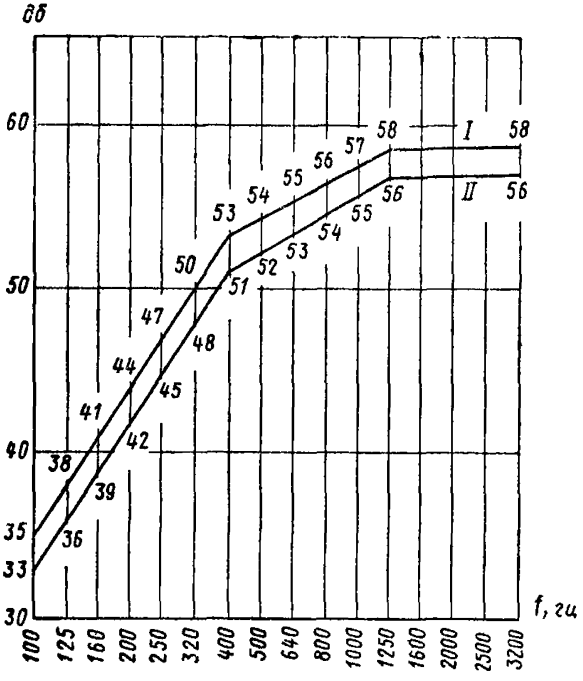


Рис. 71 [1] (СНиП II-В.6-62, рис. 1). Нормативные кривые звукоизолирующей способности или приведенной разности звукового давления

I — для сравнения с кривой, полученной в лабораторных условиях (без косвенных путей передачи звука) или по расчету; *II* — то же, полученной в натурных условиях (с косвенными путями передачи звука) или по расчету

ного или измеренного приведенного уровня ударного звука от нормативной кривой *III* (рис. 72). Неблагоприятными отклонениями считаются отклонения, расположенные выше нормативной кривой.

14.8. Расчет показателей звукоизоляции конструкций от воздушного и ударного звуков производится в диапазоне звуковых частот 100—3200 *гц* в $^1/_3$-октавных полосах на средних частотах 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 640, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200 *гц*.

14.9. Среднее неблагоприятное отклонение частотной характеристики звукоизоляции от нормативной кривой принимается равным $^1/_{15}$ суммы всех неблагоприятных отклонений. При этом неблагоприятные отклонения на крайних частотах 100 и 3200 *гц* берутся в половинном размере, а отклонения в сторону улучшения не учитываются.

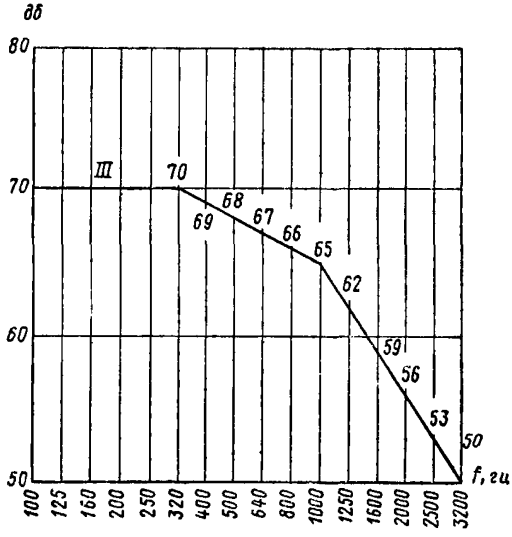


Рис. 72[2] (СНиП II-В.6-62, рис. 2). Нормативная кривая приведенного уровня ударного звука под перекрытием

Если вычисленное среднее значение неблагоприятных отклонений равно или максимально близко к 2 *дб* (но не более 2 *дб*), то показатель звукоизоляции конструкций равен нулю (0 *дб*).

14.10. Если среднее значение неблагоприятных отклонений более 2 *дб*, показатели звукоизоляции от воздушного и ударного звуков вычисляются следующим образом. Нормативные кривые смещаются вертикально в худшую сторону (кривые *I* и *II* вниз, а кривая *III* — вверх) на целое число децибел до тех пор, пока среднее неблагоприятное отклонение частотной характеристики звукоизоляции от нормативной кривой не будет равно или максимально близко к 2 *дб*. При этом показатель

звукоизоляции, равный целому числу децибел, на которое сдвинута нормативная кривая, будет иметь знак минус.

14.11. Если среднее значение неблагоприятных отклонений меньше 2 *дб* или неблагопритных отклонений нет, показатель звукоизоляции определяется следующим образом. Нормативная кривая смещается вертикально в лучшую сторону на целое число децибел до тех пор, пока среднее значение неблагоприятных отклонений частотной характеристики звукоизоляции от нормативной кривой не будет равно или максимально близко к 2 *дб* (но не более 2 *дб*). В этом случае показатель звукоизоляции будет иметь знак плюс. (Примеры расчета показателей звукоизоляции даны в приложениях VI и VII.)

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

(см. также главы 3 и 4)

14.12. Для повышения звукоизоляции стен и перегородок или для уменьшения их веса без ухудшения звукоизоляции рекомендуется, когда это технически целесообразно, применять слоистые или раздельные конструкции.

Раздельные конструкции обладают лучшими звукоизолирующими качествами, если их стенки при одинако-

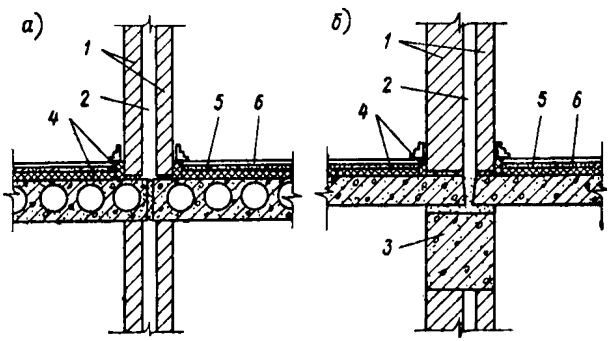


Рис. 73. Схема установки перегородок со сплошным воздушным промежутком

а — при одинаковой толщине; *б* — при разной толщине; *1* — стенки; *2* — воздушный промежуток; *3* — ригель; *4* — прокладка из упругого материала; *5* — основание пола; *6* — чистый пол

вых весах имеют различную жесткость при изгибе (желательна разница в 6—7 раз).

14.13. Стенки перегородок с воздушным промежутком (рис. 73) должны выполняться из несгораемых материалов (из железобетонных, шлакобетонных панелей, гипсобетонных и других плит). Толщина воздушного про-

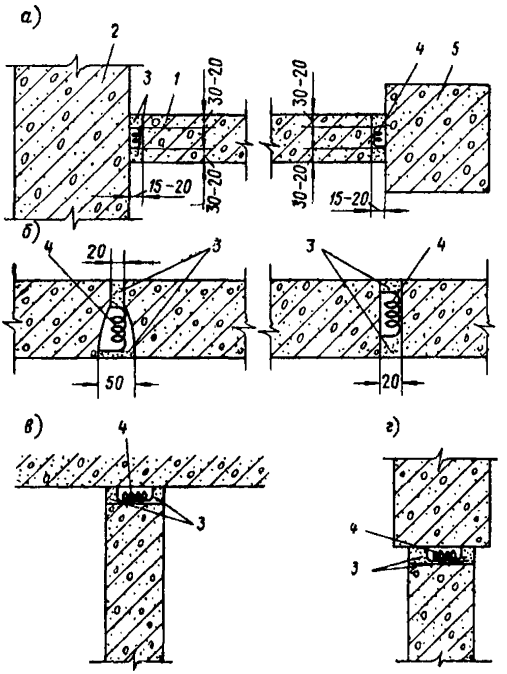


Рис. 74. Схема сопряжений перегородок с другими конструкциями

а — с колонной и стеной; *б* — между собой; *в* — с потолком; *г* — с ригелем; *1* — панель перегородки; *2* — стена; *3* — заделка раствором; *4*—заделка герметиком или конопатка; *5* — железобетонная колонна

межутка между стенками определяется расчетом (п. 14.28).

14.14. Бетонные, гипсобетонные, керамзитобетонные и другие перегородки должны устанавливаться на несущие конструкции по слою раствора.

При проектировании мест сопряжений перегородок друг с другом, со стенами и каркасом здания необходимо предусматривать возможность плотной заделки мест

сопряжений. В стыках должен оставляться вертикальный зазор шириной 15—20 *мм*, заполняемый раствором на всю глубину конструкции. Заделка стыков возможна специальными герметиками (мастичные, тиоколовые,

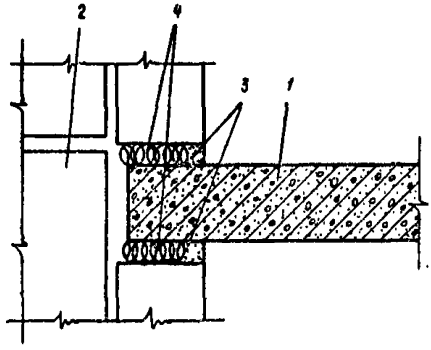


Рис. 75. Схема примыкания внутренних стен к наружным

1 — внутренняя стена; *2* — наружная стена; *3* — заделка раствором; *4* — заделка герметиком или конопатка

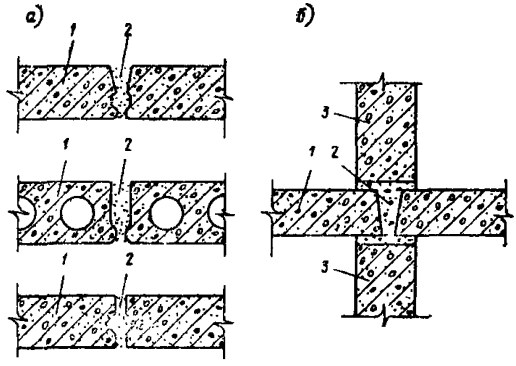


Рис. 76. Схемы сопряжений панелей перекрытий

а — между собой; *б* — с перегородкой; *1* — панель перекрытия; *2* — заделка раствором; *3* — внутренняя стеновая панель

гернит и др.) или конопаткой с последующим заполнением стыка раствором на глубину 20—30 *мм* (рис. 74). Когда представляется возможным, перегородки целесообразно заводить в толщу примыкающих стен, для чего в последних устраиваются штрабы (рис. 75).

14.15. Звукоизолирующая способность однослойных стен и перегородок может быть повышена на 4—5 *дб* устройством сухой штукатурки с воздушным промежутком толщиной не менее 4 *см*. Сухая штукатурка крепится по деревянному каркасу, а места ее стыков шпаклюются и оклеиваются серпянкой.

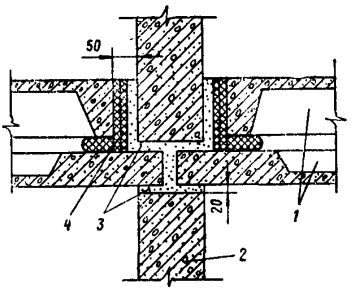


Рис. 77. Схема перекрытия раздельного типа

1 — панель перекрытия; *2* — стеновые панели; *3* — заделка раствором; *4* — полутвердая древесноволокнистая плита

14.16. Места сопряжений панелей перекрытий друг с другом, а также со стенами и перегородками должны плотно заделываться цементным раствором.

При укладке панелей перекрытий на ригели и балки рекомендуется между гранями панелей оставлять зазор шириной не менее 20 *мм*, заполняемый на всю высоту раствором (рис. 76). Панели перекрытий рекомендуется заводить в толщу стен, к которым они примыкают.

14.17. Повышение звукоизоляции междуэтажных перекрытий от воздушного и ударного звуков без увеличения их веса достигается применением раздельных конструкций перекрытий со сплошным воздушным промежутком (рис. 77). При этом в местах опирания верхнего элемента раздельного перекрытия на нижний должны укладываться упругие прокладки из материалов типов А и Б, напряжения в которых не должны быть более указанных в табл. 61.

Повышение звукоизоляции достигается также устройством перекрытий с подвесными потолками из несгораемых материалов.

Таблица 61

Характеристика материалов для упругих прокладок (согласно результатам последних исследований)

Наименование материала	Объемный вес в $кг/м^3$	Минимальная толщина прокладок в необжатом состоянии в $мм$	Расчетный статический модуль упругости $E_{ст}$ в $кг/см^2$	Статическая нагрузка в $кг/см^2$	Расчетный динамический модуль упругости $E_д$ в $кг/см^2$	Допускаемые напряжения в $кг/см^2$
Тип А						
Маты минераловатные, прошитые в бумаге	100	30	0,15	200	3,0	0,1
	100	30	0,10	500	5,5	0,1
	100	30	0,30	1000	9,7	0,1
Маты минераловатные на синтетической связке	150	30	0,15	200	4,8	0,1
	150	30	0,20	500	8,8	0,1
	150	30	0,30	1000	15,3	0,1
Маты из стеклянной ваты, простеганные	50	40	0,15	200	1,7	0,1
	50	40	0,20	500	3,8	0,1
	50	40	0,30	1000	7,3	0,1
Плиты минераловатные и стекловолокнистые на синтетической связке	100	40	0,15	200	3,0	0,2
	100	40	0,20	500	5,5	0,2
	100	40	0,30	1000	9,7	0,2
	100	40	0,40	1500	13,9	0,2
	150	40	0,15	200	4,8	0,3
	150	40	0,20	500	8,8	0,3
	150	40	0,30	1000	15,3	0,3
	150	40	0,40	1500	21,8	0,3
Тип Б						
Древесноволокнистые изоляционные отделочные плиты	200—250	25	3,0	200	14,0	0,4
	200—250	25	3,0	500	19,0	0,4
	200—250	25	3,0	1000	25,0	0,4
	200—250	25	3,0	1500	31,0	0,4
	200—250	25	3,0	2000	37,0	0,4
Тип В						
Засыпка из шлака с крупностью частиц от 5 до 15 $мм$	800—900	60—80	—	—	—	—
Засыпка из сухого песка	1500—1700	60—80	—	—	—	—

14.18. Для обеспечения нормативной звукоизоляции от ударного и воздушного звуков в перекрытиях неразделького типа следует применять полы:

по сплошному основанию из упругих материалов (или по засыпке) (см. рис. 78);

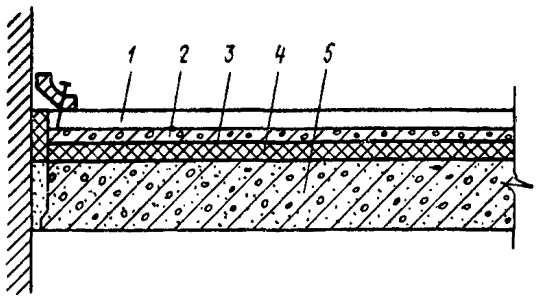


Рис. 78. Схема пола по сплошному упругому основанию или засыпке

1 — чистый пол; *2* — бетонный или шлакобетонный слой; *3* — пергамин; *4* — сплошная упругая прокладка или засыпка; *5* — несущая часть перекрытия

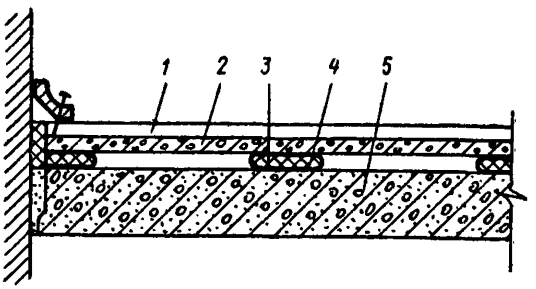


Рис. 79. Схема пола по ленточным прокладкам из упругого материала

1 — чистый пол; *2* — сборные бетонные плиты; *3* — пергамин; *4* — ленточная упругая прокладка; *5* — несущая часть перекрытия

по ленточным или отдельным прокладкам из упругих материалов (см. рис. 79 и 80).

Нормативная звукоизоляция перекрытий от ударного звука достигается также применением рулонных полов на упругих подкладках (рис. 81). При этом звукоизоляция перекрытий от воздушного звука должна обеспечиваться несущей частью перекрытия.

14.19. При устройстве полов на деревянных лагах последние должны опираться на упругие прокладки, укладываемые в виде сплошных лент или отдельных прокладок. Ширину прокладок рекомендуется делать на 5 *см*

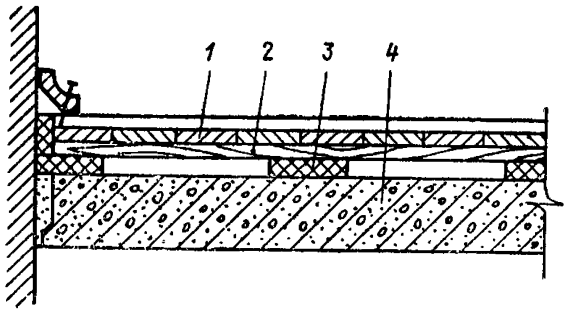


Рис. 80. Схема пола по деревянным лагам, уложенным на отдельные прокладки

1 — паркет по настилу или брусчатый пол вшпунт; *2* — лага; *3* — прокладка из упругого материала; *4* — несущая часть перекрытия

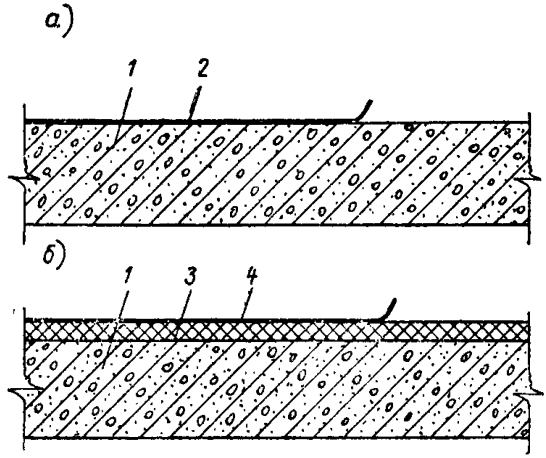


Рис. 81. Схемы полов из рулонных материалов

а — из слоистого линолеума; *б* — из обычного линолеума; *1* — панель перекрытия; *2* — линолеум на упругой подкладке; *3* — полутвердые древесноволокнистые плиты; *4* — обычный линолеум (без упругой подкладки)

более ширины лаги, а длина определяется расчетом из условия, что напряжение в прокладках из материалов типов А и Б должно соответствовать указаниям табл. 61.

14.20. Полы должны быть отделены упругими прокладками от стен по периметру всего помещения, а так-

же от трубопроводов, проходящих через перекрытие. В местах примыкания полов на упругих прокладках или засыпках к стенам, перегородкам или каркасу оставляется зазор шириной 15—20 *мм*, заполняемый упругими материалами. Во избежание образования жестких связей, снижающих звукоизоляцию перекрытий, плинтусы следует крепить только к полу (см. рис. 78—80).

14.21. В зданиях из объемных элементов вертикальные и горизонтальные промежутки между элементами следует заполнять в пределах каждого этажа ленточными перемычками из несгораемых упругих материалов (например, минераловатных плит и пр.).

14.22. При прокладке стояков санитарно-технических систем в вертикальных шахтах стен необходимо устраивать на каждом этаже по всей площади поперечного сечения шахты специальные горизонтальные диафрагмы (заглушки) из бетона или шлакобетона толщиной не менее толщины несущей части перекрытия.

При прохождении через диафрагмы труб на последние следует надевать гильзы, а пространство между трубой и гильзой — заполнять упругими материалами (минеральным войлоком и т. п.) (см. рис. 21).

14.23. При устройстве дверных проемов должна предусматриваться плотная заделка деревянных обвязок. Последние устанавливаются по слою раствора, а зазоры между перегородкой и обвязкой конопатятся и заделываются раствором.

Повышение звукоизоляции дверей достигается устройством по периметру дверей упругих прокладок из профилированной резины, губчатой резины, поролона и других материалов и порога, а также фартуков-волокуш из резины, уплотняющих нижний притвор двери.

РАСЧЕТ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ОДНОСЛОЙНЫХ И РАЗДЕЛЬНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ОТ ВОЗДУШНОГО ЗВУКА

Расчет звукоизоляции однослойных ограждений

14.24. Расчет звукоизоляции однородного плоского ограждения от воздушного звука состоит в построении частотной характеристики звукоизолирующей способности этого ограждения, определении показателя звукоизоляции $E_в$ и сравнении его с нормативным показателем.

Примечание. К акустически однородным конструкциям кроме сплошных, состоящих из одного материала, относятся также конструкции из нескольких слоев разнородных материалов, жестко связанных между собой (например, оштукатуренная кирпичная стена).

14.25. Расчет звукоизоляции ограждения от воздушного звука производится в следующем порядке:

а) определяется вес 1 $м^2$ ограждения q в *кг*;

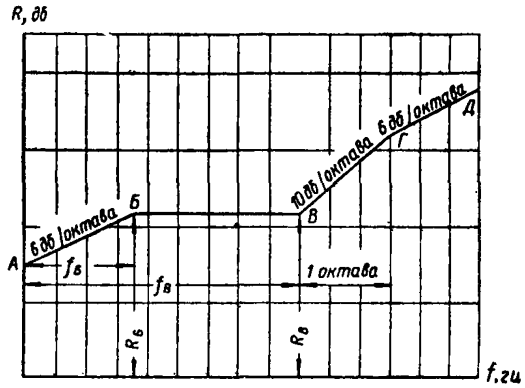


Рис. 82. Построение графика частотной характеристики звукоизолирующей способности однослойного ограждения

б) проводятся две взаимно перпендикулярные оси координат. По оси абсцисс в логарифмическом масштабе откладываются частоты f (*гц*) в диапазоне, установленном в п. 14.8. Каждое удвоение частоты (октава) наносится через равные отрезки. При делении отрезка на три равные части получаются средние значения частот в $^1/_3$-октавных полосах. По оси ординат откладываются величины звукоизолирующей способности ограждения R (*дб*);

в) строится частотная характеристика звукоизолирующей способности R ограждения, состоящая из четырех прямолинейных участков *АБ*, *БВ*, *ВГ* и *ГД* (рис. 82).

Для этого по данным табл. 62, в зависимости от материала и веса 1 $м^2$ ограждения q, находятся значения $R_Б$ и $R_В$ и также соответствующие им частоты $f_Б$ и $f_В$, по которым определяются положения точек *Б* и *В*. Через точки *Б* и *В* проводится горизонтальный отрезок *БВ*;

г) из точки *Б* влево вниз откладывается прямая *АБ* с наклоном 6 *дб* на октаву;

Таблица 62

Координаты точек $Б$ и $В$ для построения частотной характеристики звукоизолирующей способности однослойного ограждения весом не более 300 $кг/м^2$

Материал ограждения	$R_{Б}=R_{В}$, $дб$	$f_{Б}$, $гц$	$f_{В}$, $гц$
Бетон, железобетон	38	$\frac{19\,000}{q}$	$\frac{85\,000}{q}$
Шлакобетон	29	$\frac{6700}{q}$	$\frac{43\,000}{q}$
Гипсобетон	37	$\frac{19\,000}{q}$	$\frac{85\,000}{q}$
Кирпич	37	$\frac{17\,000}{q}$	$\frac{77\,000}{q}$
Стекло	29	$\frac{6500}{q}$	$\frac{40\,000}{q}$

Примечание. q — вес 1 $м^2$ ограждения в $кг$.

д) из точки $В$ вправо вверх проводится прямая $ВГ$ с наклоном 10 $дб$ на одну октаву до точки $Г$;

е) из точки $Г$ вправо вверх проводится прямая $ГД$ с наклоном 6 $дб$ на каждую оставшуюся октаву;

ж) на график наносится нормативная кривая I (см. рис. 71).

Таблица 63

Показатели звукоизоляции от воздушного звука акустически однородных стен и перегородок (согласно результатам последних исследований)

Материал конструкции	Вес 1 $м^2$ конструкции в $кг$	$E_{В}$, $дб$
Бетон тяжелый	350	— 1
То же	300	— 3
»	250	— 5
»	140	— 9
Бетон легкий (типа керамзитобетона)	300	— 1
То же	220	— 5
Кирпичная кладка оштукатуренная	250	— 5
Гипсобетон с тяжелым заполнителем	110	— 9
Гипсобетон с легким заполнителем	100	— 9

Показатель звукоизоляции проектируемого ограждения от воздушного звука $E_в$ определяется в соответствии с указаниями пп. 14.5—14.11 и затем сравнивается с нормативным показателем по табл. 60. (Примеры расчета см. приложение VIII.)

14.26. Для акустически однородных конструкций, указанных в табл. 63, допускается производить ориентировочную оценку звукоизоляции от воздушного звука по данным этой таблицы.

Расчет звукоизоляции раздельных ограждений

14.27. Расчет звукоизоляции раздельного ограждения от воздушного звука состоит в построении частотной характеристики звукоизолирующей способности R'_1 этого ограждения, определении показателя звукоизоляции $E_в$ и сравнении его с нормативным показателем.

14.28. Расчет звукоизоляции раздельного ограждения из двух одинаковых плоских панелей, связанных между собой примыкающими к ним конструкциями (рис. 83) (независимо от того, имеется в воздушном промежутке между панелями упругая прокладка или нет), производится в следующем порядке:

а) строится частотная характеристика звукоизолирующей способности R одной стенки раздельного ограждения в соответствии с указаниями пп. 14.24—14.26;

б) в том же масштабе строится график рис. 84. По оси абсцисс в логарифмическом масштабе откладываются частоты в *гц*; по оси ординат — величины дополнительной звукоизолирующей способности ΔR_1, полученной в

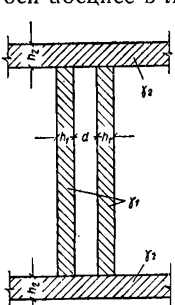


Рис. 83. Схема раздельного ограждения

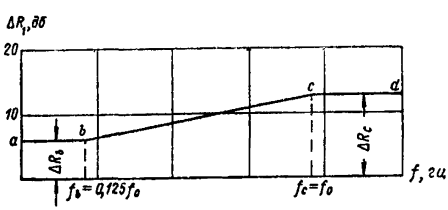


Рис. 84. График частотной характеристики дополнительной звукоизолирующей способности ΔR_1 раздельного ограждения

результате установки второй панели раздельного ограждения.

Для этого вычисляется частота f_0, равная:

$$f_0 = 0{,}42 \left(\frac{\gamma_1 d}{\gamma_2 h_2}\right)^2 \frac{c_1}{h_1} \text{ гц}, \qquad (125)$$

где γ_1 — объемный вес материала панелей раздельного ограждения в *кг/м*^{3};

γ_2 — объемный вес материала боковых конструкций (перекрытий или стен), примыкающих к более длинной стороне раздельного ограждения, в *кг/м*^{3};

h_1 — толщина одной панели раздельного ограждения в *см*;

h_2 — толщина примыкающей к раздельному ограждению боковой конструкции в *см*;

d — толщина воздушного промежутка раздельного ограждения в *см*;

c_1 — скорость продольной волны в панели раздельного ограждения в *см/сек*; значения c_1 приведены в табл. 64.

Таблица 64

Скорость продольных волн c_1 в различных материалах

Наименование материала	c_1, *см/сек*
Бетон, железобетон	$3{,}7 \cdot 10^5$
Шлакобетон	$4 \cdot 10^5$
Гипсобетон	$5 \cdot 10^5$
Кирпич	$2{,}3 \cdot 10^5$

Таблица 65

Координаты точек *b* и *c* для построения частотной характеристики дополнительной звукоизолирующей способности раздельного ограждения

ΔR_b, *дб*	ΔR_c, *дб*	f_b, *гц*	f_c, *гц*
$13 - 20 \lg\left(1+\frac{h_1}{d}\right)$	13	$0{,}125 f_0$	f_0

По данным табл. 65 находятся значения ΔR_b и ΔR_c, а также соответствующие им частоты f_b и f_c, по которым определяются положения точек b и c. Строится частотная характеристика дополнительной звукоизолирующей способности ΔR_1 раздельного ограждения, состоящая из трех прямолинейных участков: ab, bc и cd. Для этого точки b и c соединяются прямой. Из точки b влево проводится горизонтальная прямая ba. Из точки c вправо проводится горизонтальная прямая cd;

в) полученные значения звукоизолирующей способности R и ΔR_1 в диапазоне частот 100—3200 *гц* суммируются, и строится в том же масштабе график кривой $R_1' = R + \Delta R_1$ звукоизолирующей способности проектируемого раздельного ограждения;

г) на график кривой R_1' наносится нормативная кривая *II* (см. рис. 71). Показатель звукоизоляции $E_в$ раздельной конструкции определяется в соответствии с указаниями пп. 14.5—14.11. (Примеры расчета см. приложение VIII.)

14.29. Звукоизолирующая способность раздельного ограждения повышается, если панели при одинаковых весах имеют различные жесткости при изгибе E_1J_1 и E_2J_2, причем $E_1J_1 > 3E_2J_2$.

В этом случае расчет звукоизоляции раздельного ограждения производится следующим образом:

а) в соответствии с указаниями п. 14.28 строится частотная характеристика звукоизолирующей способности R_1' раздельного ограждения, составленного из двух одинаковых панелей весом q *кг/м²* и жесткостью при изгибе E_1J_1 каждая;

б) на построенном графике частотная характеристика R_1' смещается вертикально вверх (в лучшую сторону) на величину ΔR_2, равную:

$$\Delta R_2 = 6 - 20\lg \frac{1}{1 - \frac{E_2 J_2}{E_1 J_1}} \; дб, \qquad (126)$$

где E_1 и E_2 — модули упругости;

J_1 и J_2 — моменты инерции поперечного сечения панелей раздельного ограждения.

Искомая частотная характеристика звукоизолирующей способности R_2' определяется как $R_2' = R_1' + \Delta R_2$ *дб*;

в) на частотную характеристику звукоизолирующей способности R'_2 раздельного ограждения из различных панелей наносится нормативная кривая *II* (см. рис. 71). Показатель звукоизоляции $E_в$ определяется согласно указаниям пп. 14.8—14.11.

РАСЧЕТ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ОТ ВОЗДУШНОГО И УДАРНОГО ЗВУКОВ

14.30. Расчет звукоизоляции междуэтажных перекрытий от воздушного звука для акустически однородных плоских конструкций производится согласно указаниям пп. 14.24—14.26.

14.31. Приведенный уровень ударного звука L под междуэтажным перекрытием с полом на упругом основании или рулонным полом (см. п. 14.18) равен:

$$L = L_0 - \Delta L \ дб, \qquad (127)$$

где L_0 — приведенный уровень ударного звука под несущей частью перекрытия без пола на упругом основании в *дб*;

ΔL — снижение приведенного уровня ударного звука под перекрытием (улучшение звукоизоляции) за счет пола на упругом основании или рулонного пола в *дб*.

14.32. Расчет звукоизоляции междуэтажных перекрытий от ударного звука состоит из определения частотной характеристики снижения уровня ударного звука ΔL за счет пола на упругом основании, определения показателя звукоизоляции $E_у$ перекрытия с полом и сравнения его с соответствующим нормативным показателем по табл. 60.

14.33. Расчетные схемы перекрытий (без полов) представлены на рис. 85:

тип I — многопустотные и сплошные плиты весом более 160 *кг/м²*;

тип II — перекрытия с гибким, упруго подвешенным потолком и несущей частью весом 160—300 *кг/м²*;

тип III — перекрытия с гибким, упруго подвешенным потолком и несущей частью весом более 300 *кг/м²*.

14.34. Конструктивные схемы полов показаны на рис. 78—81:

тип А — полы по сплошному и ленточному упругому основанию (чистый пол, бетонные, шлакобетонные и

другие плиты размером на комнату или сборные плиты; сплошное или ленточное упругое основание) (см. рис. 78—80);

тип Б — рулонные полы (см. рис. 81).

Примечание. К расчетным схемам не относятся конструкции полов по засыпкам.

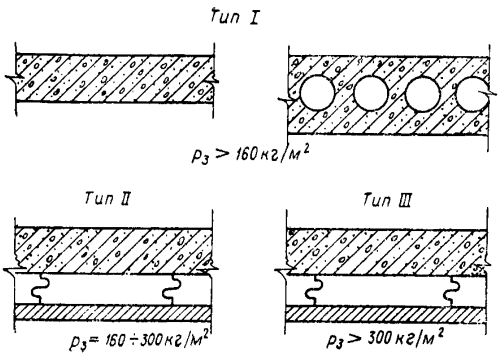


Рис. 85. Расчетные схемы перекрытий (без полов)

14.35. Частотные характеристики рассчитанного снижения приведенного уровня ударного звука ΔL за счет полов на упругом основании или рулонных полов должны удовлетворять кривым $\Delta L_т$ требуемого снижения приведенного уровня ударного звука.

Частотные характеристики требуемого снижения приведенного уровня ударного звука $\Delta L_т$ для трех типов несущих конструкций перекрытий приведены на рис. 86:

кривую *IV* следует применять для полов типа А и Б, уложенных на перекрытия типа *I*;

кривую *V* — для тех же полов, уложенных на перекрытия типа II;

кривую *VI* — для тех же полов, уложенных на перекрытия типа III.

14.36. Показатель звукоизоляции $E_у$ междуэтажных перекрытий от ударного звука определяется путем вычисления неблагоприятных отклонений частотной характеристики рассчитанного снижения приведенного уровня ударного звука ΔL от соответствующей частотной харак-

теристики требуемого снижения приведенного уровня ударного звука $\Delta L_т$.

Неблагоприятными отклонениями в данном случае являются отклонения, лежащие ниже соответствующей кривой $\Delta L_т$.

14.37. Расчет звукоизоляции от ударного звука междуэтажного перекрытия с полом на упругом основании производится в следующем порядке:

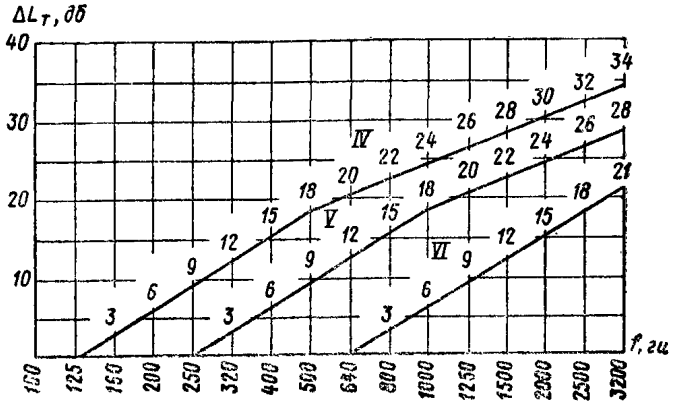


Рис. 86. Кривые требуемого снижения приведенного уровня ударного звука под перекрытием

а) определяются веса 1 $м^2$ отдельных элементов перекрытия:

Пола на упругом основании	p_1	$кг/м^2$
Упругой прокладки	p_2	»
Несущей части перекрытия	p_3	»

Примечание. При полах по лентам из упругих материалов вес упругой прокладки p_2 принимается как при сплошной;

б) в соответствии с типом несущей части перекрытия (п. 14.33) устанавливается кривая требуемого снижения приведенного уровня ударного звука $\Delta L_т$ за счет пола на упругом основании (п. 14.35);

в) определяется величина приведенного коэффициента жесткости k упругого основания:

$$k = \frac{E_д}{h} \; кг/см^3, \qquad (128)$$

где $E_д$ — динамический модуль упругости прокладки; значения $E_д$ принимаются по табл. 61;

h — толщина упругой прокладки в сжатом состоянии, вычисляется по формуле

$$h = h_0 \left(1 - \frac{\sigma}{E_{ст}}\right) см; \qquad (129)$$

h_0 — толщина упругой прокладки в несжатом состоянии в *см*;

σ — нормальные напряжения в прокладке под действием нормативной нагрузки; нормативная нагрузка принимается по СНиП часть II, раздел Б, гл. 1;

$E_{ст}$ — статический модуль упругости прокладки; значения $E_{ст}$ приведены в табл. 61;

г) находится резонансная частота колебаний пола на упругом основании:

$$f_0 = 500 \sqrt{\frac{k}{p_1}} \; гц; \qquad (130)$$

д) определяется величина снижения приведенного уровня ударного звука на низких частотах, а именно для частот $f \leqslant 0{,}7\ f_0 \sqrt{\frac{p_1}{p_2}}$:

при $2 < \lambda < 7$ по формуле

$$\Delta L_1 = 40 \lg \frac{f}{f_0} \; дб; \qquad (131)$$

при $\lambda \leqslant 2$ или $\lambda \geqslant 7$ по формуле

$$\Delta L_2 = 10 \lg \left[\left(\frac{\lambda + 1}{\lambda}\right)^2 + \alpha^2 \left(\alpha^2 - 2\,\frac{\lambda - 1}{\lambda}\right)\right] дб, \qquad (132)$$

где $\alpha = \frac{f}{f_0}$, $\lambda = \frac{p_3}{p_1}$, f — текущая частота;

е) определяется величина снижения приведенного уровня ударного звука на средних и высоких частотах, а именно для частот $f \geqslant 0{,}7\ f_0 \sqrt{\frac{p_1}{p_2}}$, по формуле

$$\Delta L_3 = 20 \lg \frac{f}{f_0} + 10 \lg \frac{p_1}{p_2} - 3 \; дб; \qquad (133)$$

ж) строятся две взаимно перпендикулярные оси координат. По оси абсцисс в логарифмическом масштабе

откладываются частоты f, а по оси ординат — величины снижения приведенного уровня ударного звука ΔL (рис. 87);

з) на график наносятся величины снижения уровня ударного звука на низких частотах;

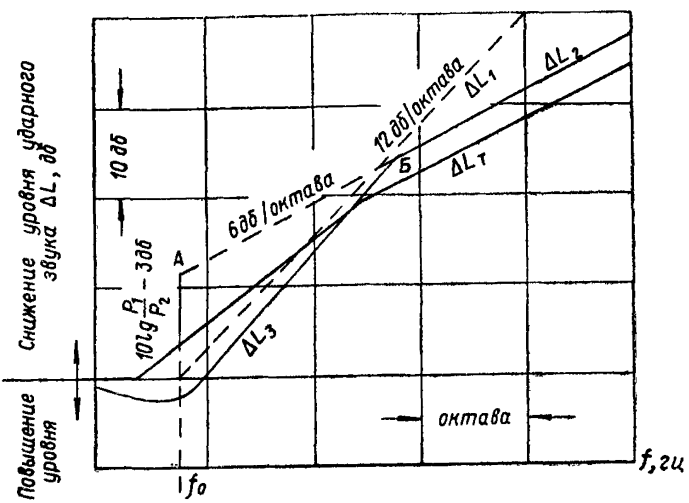


Рис. 87. Построение частотной характеристики снижения уровня ударного звука

при $2<\lambda<7$ строится прямая по уравнению ΔL_1. Для этого из точки f_0 на оси абсцисс проводится прямая с наклоном 12 *дб* на каждую октаву;

при $\lambda \leqslant 2$ или $\lambda \geqslant 7$ для каждой частоты на графике откладываются величины снижения (или повышения) уровня ударного звука по уравнению ΔL_2. Значения ΔL_2 могут быть взяты из графика рис. 88;

и) строится прямая снижения уровня ударного звука на средних и высоких частотах ΔL_3. Для этого из точки f_0 на оси абсцисс откладывается ордината, равная $10 \lg \frac{p_1}{p_2} - 3$ *дб*, до точки A. Из точки A проводится прямая с наклоном 6 *дб* на каждую октаву. Ордината $10 \lg \frac{p_1}{p_2} - 3$ *дб* может определяться по графику рис. 89.

Величины снижения уровня ударного звука на низких частотах ΔL_1, ΔL_2 справедливы до пересечения с

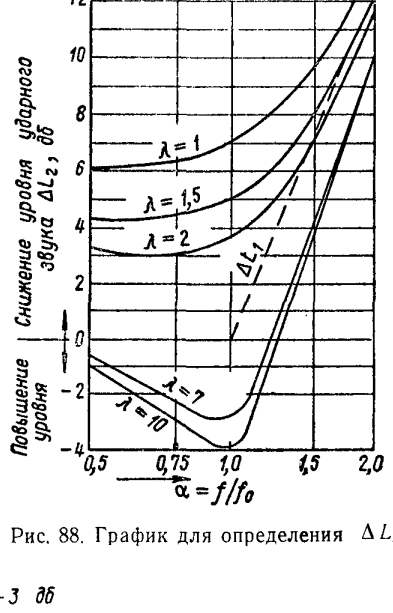


Рис. 88. График для определения ΔL_2

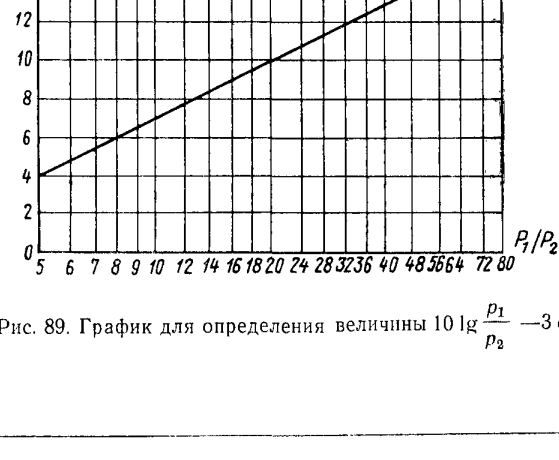


Рис. 89. График для определения величины $10 \lg \frac{p_1}{p_2} - 3$ дб

прямой ΔL_3 в точке $Б$, а величины снижения уровня ударного звука на средних и высоких частотах ΔL_3 справедливы на участке правее точки $Б$;

к) на график наносится установленная кривая требуемого снижения приведенного уровня ударного звука $\Delta L_т$;

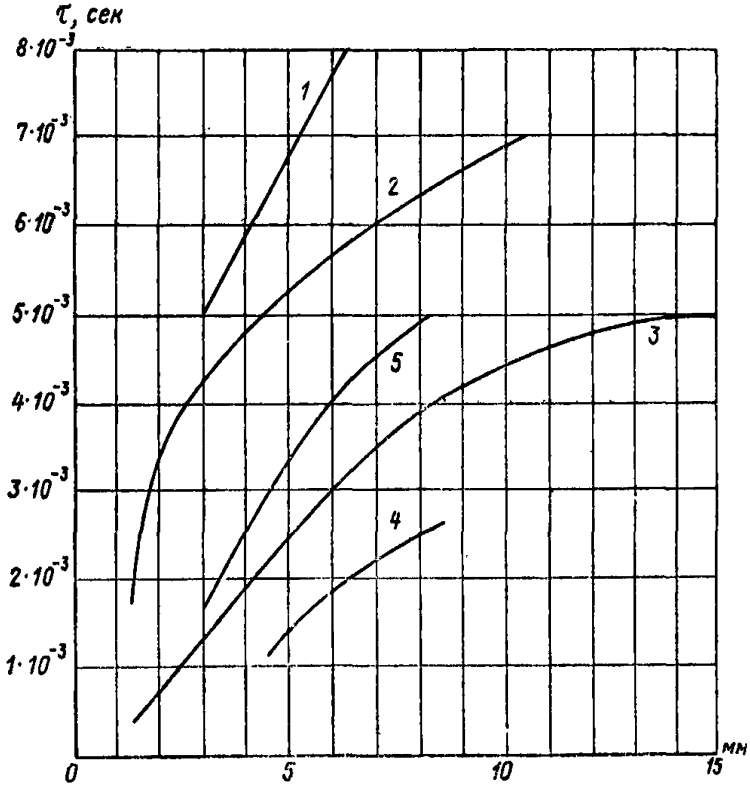


Рис. 90. Зависимость продолжительности удара от материала и толщины подкладки

1 — линопор; *2* — линолеум, релин, элинолит, ковровая дорожка на подкладке из губчатой резины; *3* — то же, что и *2* на подкладке из мягкой технической листовой резины на натуральном каучуке; *4* — то же, что и *2*, на подкладке из мягкой листовой технической резины на синтетическом каучуке; *5* — то же, что и *2*, на подкладке из войлока

л) показатель звукоизоляции $E_у$ проектируемого междуэтажного перекрытия вычисляется в соответствии с указаниями пп. 14.5—14.11 и сравнивается с нормативными по табл. 60.

14.38. Расчет звукоизоляции от ударного звука проектируемого междуэтажного перекрытия с рулонным полом производится в следующем порядке:

Таблица 66

Показатели звукоизоляции от воздушного и ударного звуков несущей части перекрытия (без пола) (согласно результатам последних исследований)

Материал и конструкция несущей части перекрытия	Вес 1 $м^2$ конструкции в *кг*	Показатели звукоизоляции в *дб*	
		от воздушного звука $E_в$	от ударного звука $E_у$
Сплошная плита из тяжелого железобетона	350	—1	—14
То же	300	—3	—15
»	250	—5	—15
Многопустотная плита (с круглыми отверстиями) из тяжелого железобетона	300	—3	—15
То же	250	—5	—15
Ребристая вибропрокатная плита из тяжелого железобетона	110	—11	—18
Раздельное перекрытие из двух вибропрокатных панелей с прокладкой из материалов типа Б по периметру (см. табл. 61)	220	—4	—3

а) в зависимости от материала и толщины упругой прокладки выбранного рулонного пола по графику рис. 90 определяется продолжительность стандартного удара τ в *сек*.

Примечание. Продолжительность стандартного удара τ есть время контакта при ударе молотка стандартной машины с проектируемым рулонным полом;

б) вычисляется резонансная частота f_0 по формуле

$$f_0 = \frac{0{,}45}{\tau} \text{ гц}; \qquad (134)$$

в) величина снижения приведенного уровня ударного звука ΔL за счет рулонного пола определяется по формуле

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f}{f_0} \text{ дб};$$

г) строится график, на оси абсцисс которого откладывается резонансная частота f_0. Из точки f_0 проводится прямая с наклоном 12 *дб* на каждую октаву. На график

Таблица 67

Улучшение изоляции от воздушного и ударного звуков при применении полов на упругих прокладках (согласно результатам последних исследований)

Конструкция пола, укладываемого на упругие прокладки	Вид упругих прокладок	Группа прокладочных материалов по табл. 62	Улучшение звукоизоляции в *дб*	
			от воздушного звука $\Delta E_в$	от ударного звука $\Delta E_у$
Беспустотная, весом 60 *кг/м²*, по панелям, сборным плитам или бетонному и другому слою:				
а) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 100$ *кг/м³*	Сплошные	А	10	25—27
б) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 150$ *кг/м³*		А	10	21—24
в) $d = 2{,}5$ *см*, $\gamma = 200 \div 250$ *кг/м³*		Б	3	15—17
г) толщина засыпки 6—8 *см*		В	2	10
Беспустотная, весом 80 *кг/м²*, по панелям, сборным плитам или бетонному и другому слою:				
а) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 100$ *кг/м³*	Сплошные	А	10	27—30
б) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 150$ *кг/м³*		А	10	24—26
в) $d = 2{,}5$ *см*, $\gamma = 200 \div 250$ *кг/м³*		Б	3	17—19
г) толщина засыпки 6—8 *см*		В	2	10
Пустотная, весом 60 *кг/м²*, по панелям или сборным плитам:				
а) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 100$ *кг/м³*	Ленточные	А	7	25—27
б) $d = 3 \div 4$ *см*, $\gamma = 150$ *кг/м³*		А	7	21—24
в) $d = 2{,}5$ *см*, $\gamma = 200 \div 250$ *кг/м³*		Б	5	15—17

Продолжение табл. 67

Конструкция пола, укладываемого на упругие прокладки	Вид упругих прокладок	Группа прокладочных материалов по табл. 62	Улучшение звукоизоляции в *дб*	
			от воздушного звука $\Delta E_в$	от ударного звука $\Delta E_у$
Пустотная по лагам:				
а) $d = 3 \div 4$ *см*	Ленточные	А	5	17
б) $d = 2{,}5$ *см*	Ленточные	Б	5	15
в) толщина засыпки 6—8 *см*	Сплошные	В	5	10
Рулонный пол из линолеума:				
а) на пенохлорвиниловой основе толщиной 5 *мм*	Сплошные		0	24
б) на войлочной основе			0	14
в) по слою полутвердых сплошных плит толщиной 8—10 *мм*			0	16

Примечания: 1. d — толщина упругой прокладки; γ — объемный вес материала упругой прокладки.

2. Приведенные данные являются усредненными и относятся к перекрытиям нераздельного типа с весом несущей части не менее 250 *кг/м²*.

наносится кривая требуемого снижения уровня ударного звука $\Delta L_т$;

д) показатель звукоизоляции $E_у$ проектируемого междуэтажного перекрытия вычисляется по указаниям пп. 14.5—14.11 и сравнивается с нормативным. (Примеры расчета см. приложение VIII.)

14.39. Звукоизоляция всех новых типов ограждающих конструкций перед их массовым применением должна определяться опытным путем в экспериментальных зданиях.

14.40. При отсутствии измеренных или расчетных характеристик звукоизоляции проектируемых междуэтажных перекрытий допускается производить оценку звукоизоляции от воздушного и ударного звуков несущих

частей перекрытий различных типов без полов по показателям $E_в$ и $E_у$, представленным в табл. 66.

Показатели улучшения звукоизоляции от воздушного и ударного звуков за счет конструкций полов на упругих прокладках ($\Delta E_в$ и $\Delta E_у$) даны в табл. 67.

Показатели звукоизоляции от воздушного и ударного звуков $E'_в$ и $E'_у$ определяются по данным табл. 66 и 67 как сумма показателей звукоизоляции несущей части перекрытия без пола и улучшений звукоизоляции за счет конструкции пола.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

14.41. Изменения проектных решений, связанных со звукоизоляцией, например замена одних упругих прокладок другими, изменение материала и веса элементов несущей части перекрытий и стен, замена амортизаторов под инженерное оборудование и пр., могут быть допущены только по согласованию с проектной организацией.

14.42. При производстве работ прорабу вменяется в обязанность постоянный надзор за тщательностью заделки мест сопряжений ограждающих конструкций, а также мест прохождения через конструкции трубопроводов и прочих коммуникаций. Тщательность заделки различных неплотностей (щелей и зазоров) является одним из важнейших факторов, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию ограждающих конструкций.

14.43. Для обеспечения требуемой звукоизоляции слоистых и раздельных конструкций необходимо особо качественное выполнение строительно-монтажных и отделочных работ.

14.44. В раздельных перегородках с воздушным промежутком временные монтажные связи должны быть после монтажа удалены. Не допускается засорение воздушного промежутка раствором или строительным мусором.

14.45. Швы между плитами сухой штукатурки, устанавливаемой на относе, должны тщательно шпаклеваться и заклеиваться серпянкой, марлей и прочими материалами.

14.46. Неплотности и щели по периметру дверных и оконных коробок необходимо заделывать герметиками или проконопачивать. Наличники дверей должны перекрывать швы между коробкой и телом перегородки на

3—4 *см* по перегородке. Щели между наличниками и перегородкой должны быть промазаны раствором и зашпаклеваны. (См. главу 6.)

14.47. При монтаже несущих панелей и настилов перекрытий места сопряжений их со стенами и перегородками, а также швы между элементами несущей части должны тщательно заделываться.

14.48. После укладки перекрытий подъемные петли должны срубаться или загибаться в углубления плиты, которые следует заполнять раствором заподлицо с плитой.

После снятия инвентарных петель отверстия должны заливаться раствором на всю толщину плиты.

Поверхность несущей части перекрытия перед укладкой упругих прокладок должна быть ровной и сухой.

14.49. При укладке упругих прокладок в конструкции не следует допускать применения деформированных прокладок, прокладок с повышенными против СНиП I-В.26-62 объемным весом и влажностью.

14.50. Сплошные упругие прокладки под полы следует укладывать насухо, без наклейки, в направлении «на себя». При укладке плиты (или маты) должны быть плотно пригнаны друг к другу. При нескольких слоях упругих прокладок швы нижнего слоя должны быть перекрыты прокладками верхнего слоя.

После укладки упругие прокладки необходимо защищать от увлажнения, пропитывания раствором, засорения и механических повреждений. Хождение по упругим прокладкам допускается только после настила ходовых досок.

14.51. Сплошные упругие прокладки или засыпки при устройстве по ним стяжек из раствора (цементно-песчаного, шлакобетонного и др.) должны быть покрыты пергамином или рубероидом с нахлесткой листов на 5—7 *см*. Вместо укладки пергамина или рубероида разрешается смазка прокладок битумом.

14.52. Ленты для упругих прокладок из материалов типа А и Б (см. табл. 61) должны изготовляться в заводских условиях и доставляться на строительство в готовом виде. Не разрешается упругие прокладки прибивать гвоздями к лагам.

14.53. Зазоры между стенами и конструкцией пола до укладки упругих прокладок должны быть очищены от строительного мусора. Засорение зазоров по периметру

пола раствором или строительным мусором не допускается.

14.54. При транспортировке и монтаже объемных элементов не допускаются механические повреждения и увлажнения упругих прокладок, уложенных по внешним поверхностям плит.

14.55. Материалы, предназначенные для упругих прокладок, должны транспортироваться в заводской таре при условиях, не допускающих их увлажнения и повреждения. На строительстве указанные материалы следует хранить в закрытом, сухом помещении в соответствии с техническими условиями.

14.56. Надзор за правильным выполнением работ, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию, производится инженерно-техническим персоналом строительства и контролируется Госархстройконтролем, авторским надзором и технадзором заказчика.

14.57. По мере возведения ограждающих конструкций технадзором должны составляться акты на скрытые работы, содержащие данные:

о качестве заделки мест сопряжений различных конструкций (стен и перегородок, дверных и оконных коробок со стенами, панелей перекрытий со стенами и перегородками), а также всех отверстий после прокладки труб санитарно-технических систем;

о правильности укладки упругих прокладок;

о соответствии материала и размеров упругих прокладок проектным;

о правильности крепления к строительным конструкциям трубопроводов, воздуховодов, мусоропроводов, вентиляторов, насосов, электродвигателей и пр.

14.58. При приемке зданий органами Госархстройконтроля должны быть проведены контрольные измерения звукоизоляции ограждающих конструкций, а также уровней шумов от санитарно-технического и инженерного оборудования, проникающих в помещения жилых и общественных зданий.

В каждом здании контрольные измерения звукоизоляции должны производиться выборочно, не менее трех ограждений каждого типа (стены, перегородки, перекрытия), а уровней шумов — не менее чем в трех помещениях, наиболее близко расположенных к санитарно-техническим устройствам, лифтам, мусоропроводам и т. д.

14.59. Документация, предъявляемая при приемке здания, в части звукоизоляции должна содержать:

а) акты на промежуточные скрытые работы;

б) результаты контрольных измерений звукоизоляции ограждений и уровней шумов, вызываемых работой санитарно-технического и инженерного оборудования;

в) перечень отступлений от проекта, допущенных при строительстве, и документы согласования этих отступлений с проектной организацией;

г) перечень обнаруженных дефектов и недоделок с указанием сроков их устранения и исполнителей.

РАЗДЕЛ IV

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ГЛАВА 15

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

15.1. Долговечностью ограждающей конструкции или ее части называется срок их службы в определенных климатических и эксплуатационных условиях, в течение которого прочность, тепло-, влаго- и звукоизоляционные свойства, внешний вид и другие эксплуатационные свойства соответствуют требованиям, предъявляемым к данной ограждающей конструкции или ее части, без проведения ремонтных работ.

15.2. Методы оценки долговечности ограждающих конструкций основываются на данных опыта и включают в себя: 1) лабораторные определения стойкости строительных материалов по отношению к воздействию на них различных агрессивных факторов; на первом месте стоит определение морозостойкости материалов, методика которого регламентируется государственными стандартами; кроме того, определяются влагостойкость, биостойкость, стойкость по отношению к химической коррозии; 2) натурные наблюдения за состоянием конструкции в процессе эксплуатации и сравнительное сопоставление проектируемых конструкций с аналогичными конструкциями, для которых накоплен опыт длительной эксплуатации; 3) расчетное определение длительности межремонтного периода.

Долговечность конструкций зависит от напряженного состояния и стойкости материалов конструкций по отношению к воздействию агрессивных факторов среды, а также от изменения их свойств с течением времени независимо от воздействия внешней среды.

Воздействие агрессивных факторов вызывает посте-

пенное разрушение скелета материала и, как следствие, потерю конструкцией несущей способности.

При вводе в эксплуатацию конструкция имеет определенный запас несущей способности, основная часть которой используется для восприятия постоянных и временных эксплуатационных нагрузок (механических, от собственного веса, снеговых, ветровых и т. д.). Напряженное состояние конструкции от действия нагрузок этого вида учитывается при проектировании.

15.3. Напряженное состояние от действия нагрузок, связанных с деформациями материала, вызываемых неравномерным распределением температуры и влажности в ограждающей конструкции, при проектировании до сих пор, как правило, не учитывалось. Для оценки реального запаса несущей способности и прогноза возможного появления трещин в конструкции необходимо учитывать и этот вид нагрузок. Для учета их необходимо знание таких физических характеристик материала, как коэффициент температурного расширения, коэффициенты усадки от потери влаги, карбонизации и других факторов, коэффициент набухания от увлажнения.

15.4. Ниже излагается приближенный метод оценки напряженного состояния конструкции типа плиты от воздействия деформаций, вызываемых изменением удельного объема материала, но не рассматривается напряженное состояние, вызываемое действием эксплуатационных нагрузок.

Для определения напряженного состояния плиты от изменения под действием рассматриваемого фактора удельного объема скелета материала прежде всего определяются свободные деформации материала, вызванные этим фактором.

Соответствующие физические коэффициенты, связывающие изменение удельного объема материала с воздействием того или иного фактора, берутся из нормативных документов, литературных или экспериментальных данных.

В табл. 68 приведены значения коэффициентов температурного расширения различных материалов в зависимости от температуры и влажности.

15.5. Распределение температуры и влажности по сечениям ограждающей конструкции определяется по формулам главы 13.

Таблица 68

№ п/п	Вид материала	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент температурного расширения $\alpha \cdot 10^6$	Диапазон весовой влажности в %
1	2	3	4	5
1	Керамзитобетон на кварцевом песке	1670	$7{,}82+1{,}43\,\omega - 0{,}106\,\omega^2 + (0{,}072\,\omega - 0{,}011\,\omega^2)t$	0—10
2	То же, на керамзитовом песке	1400	$6{,}88-0{,}127\,\omega + 0{,}049\,\omega^2 - (0{,}017\,\omega - 0{,}001\,\omega^2)t$	0—10
3	Термозит	1850	$9{,}02+1{,}083\,\omega - 0{,}141\,\omega^2 + (0{,}03\,\omega - 0{,}006\,\omega^2)t$	0—8
4	Аглопорит	1540	$6{,}83-0{,}138\,\omega + 0{,}071\,\omega^2 - (0{,}038\,\omega - 0{,}004\,\omega^2)t$	0—10
5	Силикатный кирпич	1680	$8{,}78+0{,}537\,\omega + 0{,}002\,\omega^2 + 0{,}002\,\omega t$	0—15
6	Газосиликат	510	$6{,}06+0{,}247\,\omega - 0{,}004\,\omega^2 + (0{,}0002\,\omega - 0{,}0001\,\omega^2)t$	0—60
7	»	670	$6{,}34+0{,}139\,\omega - 0{,}007\,\omega t$	0—60
8	»	760	$6{,}79+0{,}446\,\omega - 0{,}004\,\omega^2 + 0{,}003\,\omega t$	0—40
9	»	820	$8{,}32+0{,}154\,\omega + (0{,}037\,\omega - 0{,}001\,\omega^2)t$	0—40
10	»	1130	$9{,}02+0{,}481\,\omega - 0{,}008\,\omega^2 + 0{,}018\,\omega t$	0—40
11	Газобетон	430	$8{,}1+0{,}821\,\omega - 0{,}008\,\omega^2 - 0{,}006\,\omega t$	0—100
12	»	670	$7{,}77+0{,}201\,\omega + 0{,}002\,\omega^2 - (0{,}015\,\omega - 0{,}001\,\omega^2)t$	0—50
13	»	830	$8{,}65+1{,}346\,\omega - 0{,}028\,\omega^2 + (0{,}001\,\omega^2 - 0{,}028\,\omega)t$	0—40
14	Пенобетон	520	$8{,}14+0{,}446\,\omega - 0{,}004\,\omega^2 + 0{,}007\,\omega t$	0—70
15	»	820	$8{,}36-0{,}057\,\omega + 0{,}013\,\omega^2 - (0{,}014\,\omega - 0{,}001\,\omega^2)t$	0—40
16	»	1200	$8{,}60+0{,}250\,\omega - 0{,}003\,\omega^2 + (-0{,}000075\,\omega + 0{,}000025\,\omega^2)t$	0—30
17	Газозолобетон	950	$7{,}47+0{,}213\,\omega + 0{,}015\,\omega^2 - 0{,}002\,\omega t$	0—40
18	То же, карбонизированный	1040	$7{,}00+1{,}018\,\omega - 0{,}012\,\omega^2 + (0{,}045\,\omega - 0{,}001\omega^2)t$	0—40
19	Арболит с древесным заполнителем	710	$8{,}77+4{,}15\,\omega - 0{,}016\,\omega^2 + (0{,}086\,\omega + 0{,}001\,\omega^2)t$	0—40

Продолжение табл. 68

№ п/п	Вид материала	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент температурного расширения $\alpha \cdot 10^6$	Диапазон весовой влажности в %
1	2	3	4	5
20	Арболит с заполнителем из камышита	630	$11{,}4+1{,}38\,\omega+0{,}026\,\omega^2-(0{,}023\,\omega-0{,}002\,\omega^2)t$	0—50
21	Битум марки 4	—	130	—
22	Изол	—	144	—
23	Рубероид	—	23,3	—

Примечание. Расчетным коэффициентом температурного расширения для положительных температур является первый член выражений, приведенных в графе 4. Остальные члены учитываются лишь при определении коэффициента температурного расширения материалов при отрицательных температурах. Численные значения весовой влажности (ω) выражаются в процентах, значение температуры (t) берется с учетом отрицательного знака. В графе 5 приведен диапазон весовой влажности, для которого можно использовать данные графы 4. Для материалов, перечисленных в позициях 1—20, коэффициенты температурного расширения получены при температурах от —30 до +50° С, для материалов позиций 21—23 — от —30 до +20° С.

Определив распределение температуры и влажности в ограждающей конструкции, строят кривую нестесненных (свободных) деформаций материала по сечению, перпендикулярному плоскости плиты, используя данные табл. 68 или другие, полученные из экспериментов. Через точку, для которой нестесненные деформации имеют минимальное значение, проводится горизонтальная линия. Этой линией и кривой, описывающей нестесненные деформации материала, ограничивается некоторая площадь. Далее нужно определить величину этой площади (планиметрированием или другим способом) и найти расстояние центра тяжести построенной фигуры от одной из наружных плоскостей плиты.

Принимая горизонтальную линию, ограниченную наружными плоскостями плиты, за основание, следует построить на ней трапецию, площадь которой равна площади полученной фигуры, а расстояние центра тяжести от наружной плоскости плиты равно аналогичному рас-

стоянию у фигуры. При этом наклонная сторона трапеции по крайней мере в двух местах пересечет линию, описывающую нестесненные деформации материала. Вертикальные отрезки, лежащие между этими двумя линиями, дают в масштабе построения деформации материала, вызванные действием объемных сил, причем отрезки, находящиеся выше наклонной стороны трапеции, соответствуют положительным деформациям материала (растяжение), а отрезки, находящиеся ниже наклонной стороны трапеции, — отрицательным деформациям материала (сжатие). В частном случае, при симметричной кривой нестесненных деформаций, трапеция переходит в прямоугольник.

Для определения напряжений в каждом из слоев полученную деформацию следует умножить на величину $\frac{E}{1-\mu}$, где E и μ — модуль упругости и коэффициент Пуассона рассматриваемого слоя.

Физически такое построение выражает условия равновесия плиты от действия объемных сил, эти условия сводятся к отсутствию нормальной силы и момента.

Расчет напряженного состояния ограждающей конструкции от действия объемных сил позволяет уточнить реальный запас ее несущей способности и рациональность расположения слоев материала в плите.

15.6. Длительность межремонтного периода определяется по формуле

$$T = \frac{R - \Sigma\sigma}{4a}, \qquad (135)$$

где R — прочность материала по отношению к эксплуатационным нагрузкам в *кг/см²*;

$\Sigma\sigma$ — сумма напряжений от эксплуатационных нагрузок и напряжений, вызываемых изменениями удельного объема скелета материала, в *кг/см²*, в наиболее напряженном слое;

a — потеря материалом прочности в результате одного цикла замораживания-оттаивания в *кг/см² · год*.

Потеря прочности ограждающей конструкции при одном цикле замораживания-оттаивания определяется по формуле

$$a = \frac{\Delta R}{n} \cdot \frac{\omega_э - \omega_{вс}}{\omega_{нас}} \cdot \frac{\delta_с}{\delta} \; кг/см^2 \cdot цикл, \qquad (136)$$

где ΔR — потеря материалом прочности за n циклов испытаний на морозостойкость по методу, принятому в ГОСТах;

$\omega_э$ — средняя влажность материала в процессе эксплуатации конструкции;

$\omega_{вс}$ — влажность материала в воздушно-сухом состоянии;

$\omega_{нас}$ — влажность материала после двухсуточного насыщения при погружении в воду; эти данные определяются из экспериментов;

$\delta_с$, δ — глубина зоны промерзания и толщина ограждения соответственно.

Все эти показатели должны относиться лишь к несущей части конструкции, способной сопротивляться эксплуатационным напряжениям.

15.7. При проектировании ограждающих конструкций рекомендуется учитывать температурные напряжения. Поэтому следует внести уточнения в методику испытания строительных материалов на морозостойкость. При существующей методике материал в процессе испытаний на морозостойкость разрушается не только от давления льда на стенки пор, но и от температурных напряжений, которые вызываются резкой сменой температуры поверхности образцов, особенно при перемещении их из морозильной камеры в воду.

Разрушение образцов материала от температурных напряжений не характеризует морозостойкость материала и вносит неопределенность в конечные результаты испытаний, так как скорость и длительность замораживания не связываются действующими стандартами с размерами образца и свойствами материала.

Рекомендуется проводить испытания на морозостойкость по следующей методике.

15.8. Схема температурного режима. При испытаниях температура образца изменяется около 0° С с амплитудой ϑ_0. Перед началом полуцикла испытаний распределение температуры в образце должно быть равномерным: $+\vartheta_0$ перед замораживанием, $-\vartheta_0$ перед оттаиванием. В начале полуцикла замораживания (оттаивания) изменение температуры поверхности образца от $+\vartheta_0$ ($-\vartheta_0$) до 0° С происходит со скоростью B_2, после перехода температуры поверхности образца через 0° С скорость изменения температуры поверхности образца равна B_1, причем $B_2=4B_1$. Все дальнейшие рекомендации

относятся именно к такому соотношению скоростей изменения температуры поверхности.

При достижении температуры поверхности образца значения $-\vartheta_0$ при замораживании ($+\vartheta_0$ — при оттаивании) изменение температуры поверхности прекращается до полного выравнивания температуры по всему объему образца.

При практическом проведении испытаний необходимо, чтобы скорость изменения температуры поверхности образца в каждый момент времени не превышала расчетную. Чем ближе к расчетной будет фактическая скорость изменения температуры поверхности образца, тем меньше времени потребуется на проведение цикла испытаний. Длительность отрезка времени, в течение которого происходит выравнивание температуры в образце при испытаниях, принимается по расчету. Ход изменения температуры оценивается с помощью термопары, прикрепленной на одной из вершин кубика.

Если окажется, что при помещении образца в холодильную камеру скорость изменения температуры поверхности превышает расчетную, то необходимо принять меры для уменьшения интенсивности теплообмена между воздухом камеры и поверхностью образца. Такими мерами могут являться:

а) помещение образцов в камеру в закрытом металлическом или деревянном с поддоном ящике;

б) программирование изменения температуры воздуха холодильной камеры.

15.9. Скорость изменения температуры поверхности B_1 подсчитывается по формуле

$$B_1 = \frac{\sigma_{доп}^2 (1-\mu)^2 \lambda}{k^2 b^2 C \gamma E^2 \alpha^2 \vartheta_0^2 \left[0{,}0161 + 0{,}037 \frac{80\,\omega_{вес}}{C\vartheta_0} + \right.} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left. \frac{\sigma_{доп}^2 (1-\mu)^2 \lambda}{+ 0{,}213 \left(\frac{80\,\omega_{вес}}{C\vartheta_0}\right)^2} \right] \text{ град/ч}, \qquad (137)$$

где $\sigma_{доп}$ — допускаемое значение термоупругих напряжений при испытаниях на морозостойкость; рекомендуется принимать его равным $0{,}8\,R_р$, где $R_р$ — прочность материала на разрыв;

E; μ — модуль упругости и коэффициент Пуассона материала;

λ — коэффициент теплопроводности;
α — коэффициент температурного расширения;
γ — объемный вес;
$\omega_{вес}$ — весовая влажность в долях единицы;
b — длина ребра кубика в *м*;
k — рассчитывается из условия, чтобы произведение kb равнялось радиусу шара, равнообъемного образцу.

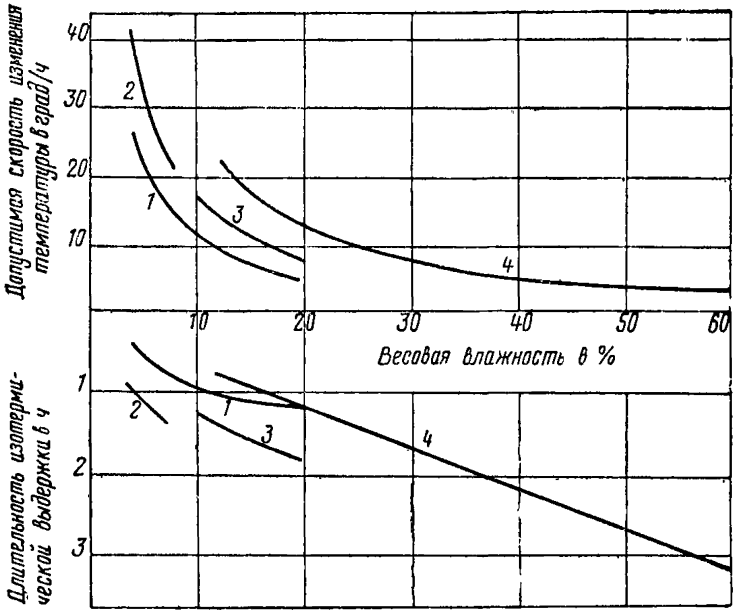


Рис. 91. Зависимость скорости изменения температуры и длительности изотермической выдержки от влажности при испытаниях на морозостойкость для различных материалов

1 — тяжелый бетон, природный камень; *2* — керамическая плитка; *3* — кирпич; *4* — легкие и ячеистые бетоны

Длительность полуцикла испытаний определяется по формуле

$$T_{пц} = 2{,}1 \sqrt[4]{\frac{k^2 \vartheta_0^3 b^2 C \gamma}{B_1^3 \lambda}}\ ч, \qquad (138)$$

здесь $C = C' + 0{,}75\,\omega_{вес}$; C' — теплоемкость сухого материала, член $0{,}75\,\omega_{вес}$ учитывает теплоемкость воды и

льда; ϑ_0 — амплитуда колебаний температуры при испытаниях.

Длительность времени выравнивания температуры в образце определяется по формуле

$$T_в = T_{пц} - 1{,}25\frac{\vartheta}{B_1} ч. \qquad (139)$$

Приведенные формулы действительны при весовой влажности не более 60%.

Методы оценки результатов испытаний и число циклов замораживания-оттаивания берутся из соответствующих ГОСТов.

15.10. По формулам (137), (138) и (139) рассчитаны кривые, приведенные на графике рис. 91.

При этом приняты следующие данные:

1) $\frac{\sigma_{доп}(1-\mu)}{E} = 1 \cdot 10^{-4}$ для легких и ячеистых бетонов и кирпича;

$\frac{\sigma_{доп}(1-\mu)}{E} = 0{,}5 \cdot 10^{-4}$ для остальных материалов.

Эти значения соответствуют предельно допустимым деформациям растяжения;

2) $\alpha = 10^{-5}$ *град*$^{-1}$ для всех материалов;

3) $\vartheta_0 = 15$ *град*;

4) $C = 0{,}2 + 0{,}75\,\omega_{вес}$ *ккал/кг · град* для всех материалов; $\omega_{вес}$ здесь исчисляется в долях единицы; 0,75 — средняя теплоемкость воды и льда;

5) объемный вес принят:

$\gamma = 1700$ *кг/м*^{3} — для кирпича;
$\gamma = 2000$ » — для природного камня и керамической плитки;
$\gamma = 2300$ » — для тяжелого бетона;
$\gamma = 1500$ » — для легких бетонов и диапазона влажности от 14 до 20%;
$\gamma = 1200$ » — для легких бетонов и $24\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 32\%$;
$\gamma = 1000$ » — для легких и ячеистых бетонов и $36\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 45\%$;
$\gamma = 800$ » — для легких и ячеистых бетонов и $50\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 60\%$;

6) коэффициент теплопроводности для насыщенных материалов (среднее значение между талым и мерзлым состоянием) принят:

для кирпича:
$\lambda = 1{,}2$ *ккал/м · ч · град* при $\omega_{вес} = 10\%$;
$\lambda = 1{,}3$ » при 15% и $\lambda = 1{,}4$ при 20%;

для природного камня:

$\lambda = 1$ *ккал/м·ч·град* при 5% влажности;
$\lambda = 1{,}1$ » » 10% »
$\lambda = 1{,}2$ » » 15% »
$\lambda = 1{,}3$ » » 20% »

для керамической плитки:

$\lambda = 1{,}1$ *ккал/м·ч·град* » 4% »
$\lambda = 1{,}15$ » » 6% »
$\lambda = 1{,}2$ » » 8% »

для тяжелого бетона:

$\lambda = 1{,}1$ *ккал/м·ч·град* » 4% »
$\lambda = 1{,}2$ » » 6% »
$\lambda = 1{,}3$ » » 8% »
$\lambda = 1{,}4$ » » 10% »

для легких и ячеистых бетонов:

$\lambda = 0{,}6$ *ккал/м·ч·град* при $\gamma = 1500$ *кг/м*³ и $14\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 20\%$
$\lambda = 0{,}5$ » » $\gamma = 1200$ » » $24\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 32\%$
$\lambda = 0{,}4$ » » $\gamma = 1000$ » » $36\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 45\%$
$\lambda = 0{,}3$ » » $\gamma = 800$ » » $50\% \leqslant \omega_{вес} \leqslant 60\%$

7) длина ребра кубика образца $b = 0{,}07$ *м*; высота ребра кирпича $b = 0{,}065$ *м*; высота ребра керамической плитки $b = 0{,}015$ *м*.

15.11. После расчета конструкции на действие эксплуатационных нагрузок, деформаций, вызываемых изменением удельного объема материала, и определения морозостойкости по приведенной выше методике определяется длительность межремонтного периода.

Например, прочность материала стены на сжатие $R = 100$ *кг/см*², суммарные напряжения $\Sigma\sigma = 65$ *кг/см*², потеря прочности материалом при одном цикле замораживания-оттаивания $\Delta R = 1$ *кг/см*², толщина стены 35 *см*, глубина зоны промерзания 20 *см*, влажность материала: воздушно-сухого 8%, насыщенного 40%, эксплуатационная 25%.

$$a = \Delta R \frac{\omega_э - \omega_{вс}}{\omega_{нас}} \cdot \frac{\delta_0}{\delta} = 1 \cdot \frac{25 - 8}{40} \cdot \frac{20}{35} = 0{,}24 \text{ кг/см}^2 \cdot \text{год}.$$

$$T = \frac{R - \Sigma\sigma}{4a} = \frac{100 - 65}{4 \cdot 0{,}24} = 36{,}5 \text{ лет}.$$

15.12. Напряженное состояние от действия временных нагрузок, связанных с неравномерностью температуры и влажности, в направлении, перпендикулярном плоскости ограждающей конструкции типа слоистой плиты, может определяться по формуле

$$\sigma = \frac{E}{1 - \mu}\left[\frac{(HM_y - PN_y)z + LN_y - PM_y}{HL - P^2} - \varepsilon\right], \qquad (140)$$

где

$$H = \int_0^h \frac{E dz}{1-\mu}; \quad N_y = \int_0^h \frac{E \varepsilon dz}{1-\mu};$$

$$P = \int_0^h \frac{E z dz}{1-\mu}; \quad M_y = \int_0^h \frac{E \varepsilon z dz}{1-\mu};$$

$$L = \int_0^h \frac{E z^2 dz}{1-\mu};$$

$\varepsilon = \alpha(t - t_0)$ — при температурных напряжениях;
$\varepsilon = \beta(\omega - \omega_0)$ — при усадочных напряжениях;
$\varepsilon = \eta(\omega - \omega_1)$ — при напряжениях от набухания материала;
α, β, η — коэффициент температурного расширения, усадки и набухания соответственно; устанавливаются нормативными документами или применяются по экспериментальным данным;
t, ω — температура и весовая влажность материала и плоскости, определяемой координатой z;
t_0, ω_0 — то же, в плоскости $z=0$;
E, μ — упругие постоянные материала в плоскости z.

Ниже дан пример расчета температурных напряжений в стене здания с использованием приведенной формулы. При расчете сделаны следующие допущения:

1) температурное поле в стене является стационарным и линейно изменяется с глубиной слоя, но коэффициент температурного расширения зависит от температуры;

2) коэффициент Пуассона и влажность материала постоянны по всей толщине ограждения;

3) при расчете не учитываются напряжения от прочих нагрузок.

Данные для расчета: толщина ограждения $\delta = 32$ *см*; влажность материала $\omega_{вес} = 10\%$; коэффициент температурного расширения постоянен лишь при положительных температурах и изменяется линейно при $t < 0$.

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ *град*$^{-1}$ при $t \geqslant 0$ и

$\alpha = (12 - 0{,}18\,t)\,10^{-6}$ *град*$^{-1}$ при $t < 0$; $\mu = 0{,}2$;
$E = 100\,000$ *кг/см*^{2} при $t \geqslant 0$;
$E = 100\,000\ (1 - 0{,}01t)$ при $t < 0$, т. е. модуль упругости при отрицательных температурах с понижением температуры возрастает линейно. Дано стационарное линейное распределение температуры в толще стены, причем температура наружной поверхности стены $\tau_п = -25°$ С; температура внутренней поверхности $\tau_в = +15°$ С.

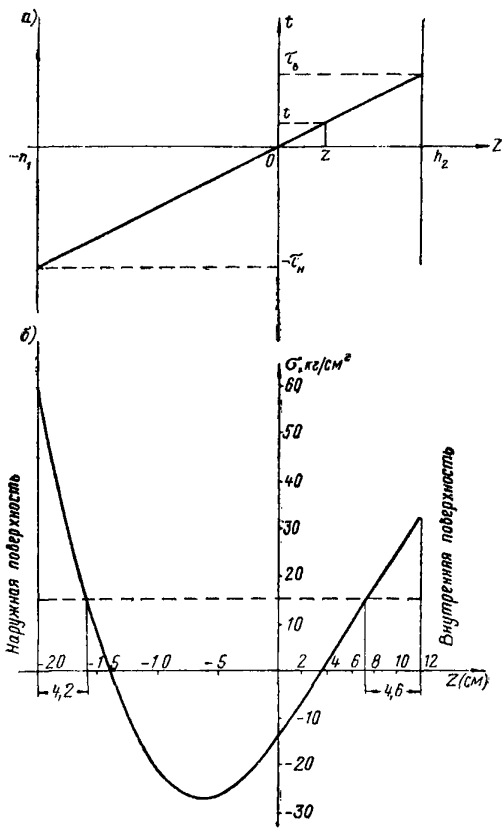


Рис. 92. Эпюры распределения температуры и напряжений при стационарном поле температур в плите

а — распределение температур; *б* — распределение напряжений

Поместим начало координат на границе талой и мерзлой зон, а ось z направим внутрь ограждения (рис. 92). Тогда, обозначая через h_1 и h_2 соответственно толщины мерзлой и талой зон, имеем: $h_1+h_2=\delta=32$ *см*; $\frac{h_1}{h_2}=\frac{\tau_п}{\tau_в}$, откуда имеем: $h_1=20$ *см*, $h_2=12$ *см*, а также получаем линейную зависимость t от z (см. рис. 92): $\frac{t}{z}=\frac{\tau_b}{h_2}=\frac{\tau_h}{h_1}$ или $t=1{,}25\,z$.

Подставляя это выражение в формулы для E и α, а также учитывая, что при выбранном расположении осей $t_0=0$, т. е. $\varepsilon=\alpha t$, получаем следующие законы изменения E и температурной деформации ε по толщине z стены:

$E=10^5$ *кг/см*^{2} при $z\geqslant 0$;

$E=10^5(1-0{,}0125)z$ при $z<0$;

$\varepsilon=15\cdot 10^{-6}z$ при $z\geqslant 0$;

$\varepsilon=(15z-2{,}81z^2)\,10^{-6}$ при $z<0$.

Расчет напряженного состояния в ограждении производится по формуле (140).

Вычисляем последовательно все интегралы, при этом ввиду того, что E и ε изменяются по различным законам при $z<0$ и $z>0$, необходимо отрезок интегрирования разбивать на две части: от $(-h_1)$ до 0 и от 0 до h_2.

Имеем: $$\frac{1-\mu}{10^5}H=\int\limits_{-h_1}^{0}(1-0{,}0125z)\,dz+\int\limits_{0}^{h_2}dz=34{,}50;$$

$$\frac{1-\mu}{10^5}P=\int\limits_{-h_1}^{0}(1-0{,}0125z)\,z\,dz+\int\limits_{0}^{h_2}z\,dz=-161{,}3;$$

$$\frac{1-\mu}{10^5}L=\int\limits_{-h_1}^{0}(1-0{,}0125z)\,z^2\,dz+\int\limits_{0}^{h_2}z^2\,dz=3743;$$

$$\frac{(1-\mu)\,10^6}{10^5}M=\int\limits_{-h_1}^{0}(15z-2{,}81z^2)(1-0{,}0125z)\,z\,dz+$$

$$+\int\limits_{0}^{h_2}15z^2\,dz=\int\limits_{-h_1}^{0}(15z^2-3{,}000z^3+0{,}035125z^4)\,dz+$$

$$+\int\limits_{0}^{h_2}15z^2\,dz=191\,125;$$

$$\frac{(1-\mu)\cdot 10^6}{10^5} N = \int_{-h_1}^{0} (15z - 2{,}81z^2)(1 - 0{,}0125z)\,dz +$$

$$+ \int_{0}^{h_2} 15z\,dz = \int_{-h_1}^{0} (15z - 3{,}000z^2 + 0{,}035125z^3)\,dz +$$

$$+ \int_{0}^{h_2} 15z\,dz = -11\,325.$$

Подставляя полученные выражения в формулу (140) и сокращая дробь на $\left(\frac{10^5}{1-\mu}\right)^2$, имеем

$$10^6 \varepsilon_y = \frac{(659\,380 - 182\,670)\,z + (-4\,238\,9000 + 3\,082\,800)}{12\,913 - 2602} =$$

$$= \frac{476\,710z - 1\,156\,100}{10\,311} = 46{,}23z - 112{,}1,$$

отсюда:

$$10^6 (\varepsilon_y - \varepsilon) = \begin{cases} 31{,}23z + 2{,}81z^2 - 112{,}1, & z < 0 \\ 31{,}23z - 112{,}1, & z \geqslant 0 \end{cases}$$

и по формуле (1)

$$\sigma = \frac{E}{1-\mu}(\varepsilon_y - \varepsilon) = \begin{cases} \frac{1}{8}(31{,}23z + 2{,}81z^2 - 112{,}1) \times \\ \times (1 - 0{,}0125z), \quad z < 0 \\ \frac{1}{8}(31{,}23z - 112{,}1)\ кг/см^2, \quad z \geqslant 0 \end{cases}$$

или

$$\sigma = \begin{cases} (4{,}08z + 0{,}302z^2 - 0{,}00439z^3 - 14{,}0)\ кг/см^2, & z < 0. \\ (3{,}90z - 14{,}0)\ кг/см^2, & z \geqslant 0. \end{cases}$$

На рис. 92 показана эпюра температурных напряжений. Существует простой метод проверки правильности приведенных расчетов. Необходимо, чтобы в пределах точности вычислений выполнялись условия $\int_{-h_1}^{h_2} \sigma dz = 0$ и $\int_{-h_1}^{h_2} \sigma z dz = 0$, где выражения для σ надо брать из предыдущих уравнений, вновь разбивая отрезок интегрирования на части: $(-h_1, 0)$ и $(0, h_2)$.

Из рис. 92 видно, что при прочности материала стены на разрыв $R_р = 15$ *кг/см*^{2} на поверхностях стены должны образоваться трещины глубиной 4,2 *см* с наружной стороны и 4,6 *см* с внутренней стороны.

15.13. Аналогичные расчеты можно проводить в случае, если рассматривается нестационарное поле температур. На рис. 93 показаны амплитуды колебаний величин $\frac{\sigma_{max}(1-\mu)}{E\alpha\vartheta}$ для различных сечений однослойной плиты при гармоническом колебании температуры на поверхности с относительной координатой $\frac{z}{\delta}=1$ и отсутствии теплового потока через поверхность с координатой $\frac{z}{\delta}=0$. Колебания температуры происходят с амплитудой ϑ_0 и периодом в одни сутки. Коэффициент температурного расширения α при расчете принят постоянным.

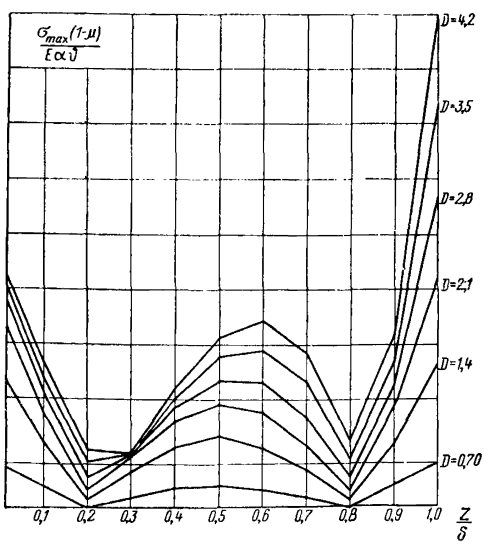


Рис. 93. Зависимость величины критерия $\frac{\sigma_{max}(1-\mu)}{E\alpha\vartheta_0}$ от тепловой инерции на различной относительной глубине плиты

Для определения величины максимального напряжения в рассматриваемом сечении плиты нужно определить величину $D=\delta\sqrt{\frac{2\pi}{\alpha T}}$ и ординату графика в рассматриваемой точке. Например, для поверхности плиты с $\frac{z}{\delta}=1$ при $D=1{,}4$ эта ордината равна:

$$\frac{\sigma_{max}(1-\mu)}{E\alpha\vartheta}=0{,}132.$$

Отсюда

$$\sigma_{max}=0{,}132\alpha v\frac{E}{1-\mu}.$$

При $\alpha=12\cdot10^{-6}\,град^{-1}$, $v_0=8°$, $E=100\,000\,кг/см^2$ и $\mu=0{,}2$

$$\sigma_{max}=0{,}132\cdot12\cdot10^{-6}\cdot8\frac{10^5}{1-0{,}2}=1{,}58\,кг/см^2.$$

РАЗДЕЛ V

ЭКОНОМИКА ТЕПЛОЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ

ГЛАВА 16

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

16.1. Настоящая глава, содержащая технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов и методические указания по выбору экономически целесообразных утеплителей для слоистых наружных ограждающих конструкций, разработана в развитие главы СНиП I-В.26-62.

16.2. Технико-экономическому сравнению могут быть подвергнуты теплоизоляционные материалы и изделия, отвечающие требованиям глав СНиП II-А.5-62; II-А.7-62; II-В.6-62; I-В.26-62, применение которых технически допустимо для данной цели.

16.3. Сравнение теплоизоляционных материалов следует производить по следующим технико-экономическим показателям: стоимость в руб. — C, трудоемкость изготовления в чел.-днях — $T_р$; затраты условного топлива на изготовление материалов в *кг* — T_0 и электроэнергии — $Э$; капиталовложения на единицу годового выпуска в руб. — $K_а$.

16.4. Технико-экономические показатели на 1 $м^3$ теплоизоляционных материалов приведены в табл. 69.

16.5. В табл. 69 коэффициент K_1 (графа 2) учитывает потери теплоизоляционных материалов при транспортировании, хранении и раскрое; коэффициент K_2 (графа 3), учитывающий степень сжимаемости материалов в конструкциях, принят по нормам ГОСТ. Коэффициенты теплопроводности λ (графы 4 и 5) приняты на основе СНиП II-А.7-62; отпускная цена $C_о$ (графа 6) дана по прейску-

Таблица 69

Технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов (на 1 $м^3$)

Наименование материалов	Коэффициент, учитывающий потери, K_1	Коэффициент, учитывающий сжимаемость по ГОСТам, K_2	Коэффициенты теплопроводности λ в *ккал/м·ч·град* при эксплуатации		Стоимость в руб.		Трудоемкость $T_р$ в чел.-днях	Расход электроэнергии $Э$ в *квт·ч*	Расход условного топлива T_0 в *кг*	Капиталовложения $K_а$ в руб.
			в сухой зоне	в нормальной зоне	отпускная цена C_0	с транспортными расходами для I территориального района строительства C				
Неорганические гибкие теплоизоляционные материалы и изделия										
Маты минераловатные на синтетической связке:										
марки 75	1,07	1,40	0,048	0,055	9,2	11,3	0,18	19,0	69	6
» 100	1,07	1,30	0,048	0,055	11,2	13,5	0,20	25,0	89	8
Плиты полужесткие минераловатные на синтетической связке:										
марки 125	1,07	1,20	0,05	0,06	15,7	18,8	0,22	35,0	92,0	10
» 150	1,05	1,15	0,05	0,06	17,7	21,2	0,24	40,0	100,0	12
» 200	1,05	1,10	0,05	0,06	22,7	26,5	0,28	46,0	109,0	16,1
Плиты полужесткие минераловатные на битумной связке:										
марки 300	1,05	1,20	0,07	0,08	15,7	20,4	0,36	39	142	17,2
» 350	1,05	1,15	0,075	0,09	14,7	19,8	0,38	48	185	17,2
» 400	1,05	1,10	0,08	0,10	13,7	19,4	0,40	59	196	17,2

Продолжение табл. 69

Наименование материалов	Коэффициент, учитывающий потери, K_1	Коэффициент, учитывающий сжимаемость по ГОСТам, K_2	Коэффициенты теплопроводности λ в *ккал/м²·ч·град* при эксплуатации		Стоимость в руб.		Трудоемкость $T_р$ в чел.-днях	Расход электроэнергии $Э$ в *квт·ч*	Расход условного топлива $T_о$ в *кг*	Капиталовложения $K_а$ в руб.
			в сухой зоне	в нормальной зоне	отпускная цена $C_о$	с транспортными расходами для I территориального района строительства C				
Маты стекловатные на синтетической связке марки 50	1,07	1,25	0,045	0,05	15,0	17,5	0,46	46	124	19
Плиты полужесткие стекловатные на синтетической связке марки 75	1,07	1,25	0,045	0,05	22,4	24,9	0,51	68	174	21
Неорганические рыхлые материалы для теплоизоляционных засыпок										
Плиты жесткие минераловатные на битумной связке:										
марки 300	1,03	1,05	0,07	0,08	36,7	41,3	0,90	65	263	22,2
» 350	1,03	1,04	0,075	0,09	33,7	39,3	0,96	7,2	306	22,2
» 400	1,03	1,03	0,08	0,10	30,7	36,8	1,0	79	342	22,2
Плиты из ячеистых бетонов марки 400	1,03	—	0,11	0,12	21,2	24,63	0,72	52	163	28,6
Плиты перлитобетонные марки 350	1,03	—	0,10	0,13	21,2	24,63	1,10	9,9	195	33,2
» керамзитобетонные марки 400	1,03	—	0,12	0,15	21,2	24,63	1,05	64	182	29,7
» из пеностекла:										
марки 200	1,03	—	0,07	0,08	52,85	58,5	0,81	75	298	28,3
» 300	1,03	—	0,09	0,10	45,55	51,5	1,40	95	293	22,0

Продолжение табл. 69

Наименование материалов	Коэффициент, учитывающий потери, K_1	Коэффициент, учитывающий сжимаемость по ГОСТам, K_2	Коэффициенты теплопроводности λ в *ккал/м²·ч·град* при эксплуатации		Стоимость в руб.		Трудоемкость $T_р$ в чел.-днях	Расход электроэнергии $Э$ в *квт·ч*	Расход условного топлива T_0 в *кг*	Капиталовложения $K_а$ в руб.
			в сухой зоне	в нормальной зоне	отпускная цена C_0	с транспортными расходами для I территориального района строительства C				
Органические жесткие теплоизоляционные материалы										
Плиты древесноволокнистые изоляционные марки 250 толщиной 25 *мм*	1,03	—	0,055	0,065	20,0	29,6	1,10	185	167	25
Плиты камышитовые марки 250	1,03	1,05	0,06	0,08	(9,6)	(13,2)	1,15	26	—	4
» фибролитовые марки 350	1,03	—	0,10	0,13	18,5	23,6	0,70	40	65	19
» из пористых пластмасс на суспензионном полистироле марки 40	1,03	1,05	0,04	0,04	46	52,1	1,5	56	144	13
Неорганические рыхлые материалы для теплоизоляционных засыпок										
Вспученный перлит-щебень марки 250	1,05	1,07	0,05	0,08	(6,1)	(7,98)	0,24	33	81	8,0
Керамзитовый гравий марки 350	1,05	1,07	0,12	0,142	6,0	7,88	0,26	24	93	6,7

Примечания: 1. Отпускная цена на все минераловатные изделия учитывает стоимость деревянной тары в размере 2,7 *руб/м³*.

2. Отпускная цена и стоимость с транспортом керамзита и плит из легких и ячеистых бетонов дана для Московской области.

3. В скобках даны расчетные цены.

4. Стоимость с транспортом, данная для всех материалов, за исключением указанных в примечании 2, дана для I территориального района строительства.

рантам, в скобках даны расчетные цены на материалы, отсутствующие в прейскурантах; стоимость с транспортными расходами — C (графа 7) принята сметная или расчетная для первого территориального района строительства; затраты труда в чел.-днях — $T_р$ (графа 8), электроэнергии в *квт·ч* — $Э$ (графа 9) и условного топлива в *кг* — $T_о$ (графа 10) принимаются на основе изучения проектных данных, нормативов затрат и опыта производства утеплителей на действующих предприятиях; удельные капиталовложения в руб. — $K_а$ (графа 11) даны с учетом затрат на привязку; показатели по фибролиту, теплоизоляционным ячеистым и легким бетонам включают затраты на производство цемента и заполнителей (керамзита, перлита и др.).

16.6. В табл. 70 приведены удельные технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов на единицу сопротивления теплопередаче этих материалов ($R_0 = 1$ *м²·ч·град/ккал*).

16.7. Удельные технико-экономические показатели табл 72 учитывают влияние теплоизоляционных свойств материалов и определены на основании табл. 69 по формулам:

удельная стоимость на основе отпускных цен	$C_{0у}=C_0K_1K_2\lambda$ руб.;
удельная стоимость с транспортными расходами	$C_у=CK_1K_2\lambda$ руб.;
удельная трудоемкость	$T_{р.у}=T_рK_1K_2\lambda$ чел.-дней;
» энергоемкость	$Э_у=ЭK_1K_2\lambda$ *квт·ч*
» топливоемкость	$T_{0у}=T_0K_1K_2\lambda$ *кг*;
удельные капиталовложения	$K_{0у}=K_0K_1K_2\lambda$ руб,

где $C_о$, C, $T_р$, $Э$, $T_о$, $K_а$ — технико-экономические показатели для 1 $м^3$ теплоизоляционных материалов, принимаются по табл. 69;

K_1 и K_2 — коэффициенты, принимаются по табл. 69;

λ — коэффициент теплопроводности, принимается по табл. 69.

Ввиду двух значений коэффициента теплопроводности (графы А и Б СНиП II-А.7-62), удельные технико-экономические показатели также имеют два значения.

16.8. Технико-экономические показатели теплоизоляционных слоев, толщина которых задана проектом или

Таблица 70

Удельные технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов (при $R_0=1$ $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$)

Наименование материалов	Удельная стоимость				Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_у$ в $квт \cdot ч$		Удельные затраты условного топлива $T_{0у}$ в $кг$		Удельные капиталовложения $K_{0у}$	
	на основе отпускных цен $C_{0у}$		на основе стоимости для I территориального района $C_у$									
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Неорганические гибкие теплоизоляционные материалы												
Плиты минераловатные на синтетической связке:												
марки 75	0,66	0,76	0,81	0,93	0,013	0,015	1,37	1,56	4,97	5,66	0,43	0,49
	0,47	0,54	0,58	0,67	0,009	0,011	0,97	1,21	3,52	4,07	0,31	0,35
» 100	0,75	0,85	0,90	1,03	0,013	0,015	1,67	1,90	5,96	6,76	0,54	0,61
	0,57	0,66	0,69	0,80	0,010	0,012	1,27	1,48	4,54	5,25	0,41	0,47
Плиты полужесткие минераловатные на синтетической связке:												
марки 125	1,01	1,21	1,21	1,45	0,014	0,017	2,25	2,70	5,91	7,08	0,64	0,77
	0,84	1,01	1,01	1,21	0,012	0,014	1,87	2,25	4,92	5,91	0,54	0,64
» 150	1,07	1,28	1,28	1,53	0,014	0,017	2,42	2,90	6,04	7,24	0,72	0,87
	0,93	1,12	1,11	1,34	0,013	0,015	2,10	2,52	5,25	6,3	0,63	0,76

Продолжение табл. 70

Наименование материалов	Удельная стоимость на основе отпускных цен $C_{0у}$		Удельная стоимость на основе стоимости для 1 территориального района $C_у$		Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_у$ в *квт·ч*		Удельные затраты условного топлива $T_{0у}$ в *кг*		Удельные капиталовложения $K_{0у}$	
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Плиты полужесткие минераловатные на синтетической связке:												
марки 200	1,31	1,57	1,53	1,83	0,016	0,019	2,66	3,17	6,29	7,52	0,93	1,11
	1,19	1,49	1,39	1,67	0,015	0,018	2,42	2,90	5,72	6,87	0,85	1,01
Плиты полужесткие минераловатные на битумной связке:												
марки 300	1,38	1,58	1,80	2,06	0,032	0,036	3,44	3,93	12,5	14,3	1,52	1,73
	1,15	1,32	1,50	1,71	0,026	0,030	2,87	3,28	10,4	11,93	1,26	1,44
» 350	1,33	1,59	1,79	2,15	0,034	0,041	4,34	5,22	16,7	20,1	1,56	1,87
	1,16	1,39	1,56	1,87	0,030	0,036	3,78	4,54	14,56	17,48	1,35	1,62
» 400	1,26	1,58	1,78	2,24	0,037	0,046	5,43	6,81	18,0	22,6	1,58	1,99
	1,15	1,44	1,63	2,04	0,034	0,042	4,96	6,20	16,46	20,58	1,44	1,81
Маты стекловатные на синтетической связке марки 50	0,90	1,01	1,05	1,18	0,028	0,031	2,76	3,11	7,44	8,37	1,14	1,28
	0,72	0,81	0,84	0,94	0,022	0,025	2,21	2,48	5,95	6,70	0,91	1,03

Продолжение табл. 70

Наименование материалов	Удельная стоимость на основе отпускных цен $C_{0у}$		Удельная стоимость на основе стоимости для I территориального района $C_у$		Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_у$ в *квт·ч*		Удельные затраты условного топлива $T_{0у}$ в *кг*		Удельные капиталовложения $K_{0у}$	
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Плиты полужесткие стекловатные на синтетической связке марки 75	1,34 / 1,07	1,51 / 1,28	1,49 / 1,20	1,68 / 1,34	0,031 / 0,024	0,034 / 0,028	4,08 / 3,26	4,59 / 3,64	10,44 / 8,36	11,62 / 9,40	1,26 / 1,01	1,27 / 1,13
Неорганические жесткие теплоизоляционные материалы												
Плиты жесткие минераловатные на битумной связке: марки 300	2,77 / 2,64	3,16 / 3,01	3,17 / 3,02	3,60 / 3,44	0,068 / 0,065	0,077 / 0,074	4,91 / 4,68	5,59 / 5,33	19,9 / 18,9	22,6 / 21,57	1,68 / 1,59	1,91 / 1,82
» 350	2,70 / 2,59	3,25 / 3,12	3,14 / 3,03	3,79 / 3,64	0,077 / 0,074	0,092 / 0,089	5,76 / 5,54	6,94 / 6,67	24,48 / 23,56	29,5 / 28,4	1,78 / 1,71	2,14 / 2,06
» 400	2,58 / 2,52	3,25 / 3,16	3,09 / 3,02	3,90 / 3,79	0,084 / 0,082	0,106 / 0,103	6,64 / 6,48	8,31 / 8,13	28,7 / 28,0	36,3 / 35,2	1,86 / 1,82	2,35 / 2,29

Продолжение табл. 70

Наименование материалов	Удельная стоимость на основе отпускных цен $C_{0у}$		Удельная стоимость на основе стоимости для I территориального района $C_у$		Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_у$ в *квт·ч*		Удельные затраты условного топлива $T_{0у}$ в *кг*		Удельные капиталовложения $K_{0у}$	
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Плиты из ячеистых бетонов марки 400	— / 2,40	— / 2,62	— / 2,79	— / 3,04	— / 0,081	— / 0,089	— / 5,89	— / 6,43	— / 18,5	— / 20,1	— / 3,24	— / **3,53**
Плиты перлитобетонные марки 350	— / 2,18	— / 2,84	— / (2,54)	— / (3,30)	— / 0,113	— / 0,147	— / 10,2	— / 13,3	— / 20,1	— / 26,1	— / 3,41	— / **4,44**
Плиты керамзитобетонные марки 400	— / 2,62	— / 3,27	— / 3,04	— / 3,81	— / 0,130	— / 0,162	— / 7,91	— / 9,89	— / 22,5	— / 28,1	— / 3,67	— / **4,59**
Плиты из пеностекла:												
марки 200	— / 3,81	— / 4,35	— / 4,21	— / 4,82	— / 0,058	— / 0,067	— / 5,40	— / 6,18	— / 21,46	— / 24,55	— / 2,04	— / 2,33

Продолжение табл. 70

Наименование материалов	Удельная стоимость на основе отпускных цен C_{0y}		Удельная стоимость на основе стоимости для I территориального района C_y		Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_y$ в *квт·ч*		Удельные затраты условного топлива T_{0y} в *кг*		Удельные капиталовложения K_{0y}	
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Плиты из пеностекла марки 300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4,22	4,69	4,77	5,30	0,130	0,144	8,81	9,78	27,2	30,18	2,04	2,27
Органические жесткие теплоизоляционные материалы												
Плиты древесноволокнистые изоляционные марки 250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1,14	1,34	1,69	1,98	0,063	0,074	10,54	12,30	9,52	11,19	1,43	1,67
Плиты камышитовые марки 250	0,62	0,83	0,79	1,06	0,075	0,099	1,69	2,25	—	—	0,26	0,35
	0,59	0,79	0,75	1,01	0,071	0,095	1,61	2,14			0,25	0,33
Плиты фибролитовые марки 350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1,91	2,48	2,43	3,16	0,072	0,094	4,12	5,36	6,70	8,71	1,96	2,54

Продолжение табл. 70

Наименование материалов	Удельная стоимость				Удельная трудоемкость $T_{р.у}$ в чел.-днях		Удельные затраты электроэнергии $Э_у$ в *квт·ч*		Удельные затраты условного топлива $T_{оу}$ в *кг*		Удельные капиталовложения $K_{оу}$	
	на основе отпускных цен $C_{оу}$		на основе стоимости для I территориального района $C_у$									
	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне	в сухой зоне	в нормальной зоне
Плиты из пористых пластмасс на суспензионном полистироле марки 40	3,02 / 1,99	3,02 / 1,99	3,28 / 2,25	3,28 / 2,25	0,065	0,065	2,42	2,42	6,22	6,22	1,42	1,42
Вспученный перлит — щебень марки 300	0,34 / 0,32	0,55 / 0,51	0,45 / 0,42	0,72 / 0,67	0,013 / 0,012	0,022 / 0,020	1,85 / 1,73	2,97 / 2,77	4,55 / 4,25	7,29 / 6,80	0,45 / 0,42	0,72 / 0,67
Керамзитовый гравий марки 350	0,81 / 0,75	0,96 / 0,89	1,06 / 0,99	1,26 / 1,17	0,035 / 0,033	0,041 / 0,039	3,23 / 3,02	3,83 / 3,58	12,54 / 11,72	14,83 / 13,86	0,90 / 0,84	1,07 / 1,00

Примечание. В числителе даны показатели с учетом коэффициента сжимаемости, в знаменателе — без учета этого коэффициента.

определена как оптимальная (см. главу 17), определяются на основе данных табл. 69 по следующим формулам (пример 1, решение I):

$$C_{\text{о сл}} = \delta C_{\text{о}} K_1 K_2 \text{ руб.}; \quad Э_{\text{сл}} = \delta Э K_1 K_2 \text{ квт·ч};$$

$$C_{\text{сл}} = \delta C K_1 K_2 \text{ руб.}; \quad T_{\text{о сл}} = \delta T_{\text{о}} K_1 K_2 \text{ кг};$$

$$T_{\text{р.сл}} = \delta T_{\text{р}} K_1 K_2 \text{ чел.-дней}; \quad K_{\text{о сл}} = \delta K_{\text{а}} K_1 K_2 \text{ руб.}, \quad (142)$$

где $C_{\text{о сл}}$; $C_{\text{сл}}$; $T_{\text{р.сл}}$ — стоимость, трудоемкость и т. д. 1 $м^2$ теплоизоляционного слоя;

δ — толщина теплоизоляционного слоя в $м$;

$C_{\text{о}}$; C; $T_{\text{р}}$; K_1; K_2 — соответствующие величины из табл. 69.

16.9. Технико-экономические показатели теплоизоляционных слоев определяются также с помощью удельных технико-экономических показателей, приведенных в табл. 70, по формулам (пример 1, решение II):

$$C_{\text{о сл}} = R_{\text{сл}} C_{\text{оу}} \text{ руб.}; \quad Э_{\text{сл}} = R_{\text{сл}} Э_{\text{у}} \text{ квт·ч};$$

$$C_{\text{сл}} = R_{\text{сл}} C_{\text{у}} \text{ руб.}; \quad T_{\text{о сл}} = R_{\text{сл}} T_{\text{оу}} \text{ кг};$$

$$T_{\text{р.сл}} = R_{\text{сл}} T_{\text{р-у}} \text{ чел.-дней}; \quad K_{\text{а.осл}} = R_{\text{сл}} K_{\text{ау}} \text{ руб.}, \quad (143)$$

где $C_{\text{о сл}}$; $C_{\text{сл}}$; $T_{\text{р.сл}}$ — стоимость, трудоемкость и т. д. 1 $м^2$ теплоизоляционного слоя;

$R_{\text{сл}} = \frac{\delta}{\lambda}$ — $м^2/ч \cdot град/ккал$;

δ — толщина теплоизоляционного слоя в $м$;

λ — сопротивление теплопередаче теплоизоляционного материала из табл. 69;

$C_{\text{оу}}$; $C_{\text{у}}$; $T_{\text{р.у}}$ — удельная стоимость, удельная трудоемкость и т. д. из табл. 70.

16.10. На основе табл. 70 можно непосредственно сравнивать между собой технико-экономические показатели различных теплоизоляционных материалов (пример 2).

16.11. По данным табл. 70, зная толщину или сопротивление теплопередаче теплоизоляционного слоя из одного материала, можно непосредственно определять тех-

нико-экономические показатели теплоизоляционных взаимозаменяемых слоев, обеспечивающих такое же сопротивление теплопередаче (пример 3).

16.12. Расчеты по п. 16.10 и 16.11 нельзя производить для районов, где имеет место температурный перегрев.

16.13. При сравнении различных теплоизоляционных материалов технико-экономические показатели одного из них принимаются за 100%. Определяющим фактором для выбора наиболее экономичного варианта является стоимость теплоизоляционного слоя с учетом транспортных расходов — $C_{сл}$.

При незначительной разнице в стоимости учитывается наличие производства материалов в районе строительства, дефицитность топлива, электроэнергии и т. д. Однако в отдельных случаях могут оказаться решающими последние факторы, и в частности для отдаленных районов с дорогостоящим твердым топливом.

16.14. Для применения в конкретных условиях строительства (область, район, город и т. д.) стоимость материалов C (графа 7 табл. 69 и графы 4 и 5 табл. 70) должна быть пересчитана с учетом соответствующих транспортных схем.

Пример 1. Проектом жилого дома серии 1-464А предусмотрено утепление трехслойных железобетонных наружных стеновых панелей для одних и тех же климатических условий минераловатными плитами объемным весом 300 *кг/м*^{3}, толщиной 16 *см* и плитным керамзитобетоном объемным весом 400 *кг/м*^{3}, толщиной 21 *см*.

Определить наиболее экономичный вариант утепления панелей.

Решение I. Определяем технико-экономические показатели слоев по формулам (142) и табл. 69 с учетом сжимаемости материалов, которая имеет место в трехслойных железобетонных панелях.

Технико-экономические показатели теплоизоляционного слоя

Из минераловатных плит	Из плитного керамзитобетона
$C_{сл}=0{,}16\cdot 20{,}4\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=4{,}11$ руб. (100%)	$C_{сл}=0{,}21\cdot 24{,}63\cdot 1{,}03=5{,}32$ (129%)
$C_{0сл}=0{,}16\cdot 15{,}7\cdot 1\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=3{,}16$ руб. (100%)	$C_{0сл}=0{,}21\cdot 21{,}2\cdot 1{,}03=4{,}58$ (145%)
$T_{р.сл}=0{,}16\cdot 0{,}36\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=0{,}073$ руб. (100%)	$T_{р.сл}=0{,}21\cdot 1{,}05\cdot 1{,}03=0{,}227$(310%)
$Э_{сл}=0{,}16\cdot 0{,}39\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=7{,}86$ (100%)	$Э_{сл}=0{,}21\cdot 64\cdot 1{,}03=13{,}8$ (175%)
$T_0=0{,}16\cdot 142\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=28{,}63$ (100%)	$T_0=0{,}21\cdot 182\cdot 1{,}03=39{,}3$ (137%)
$K_{а\,сл}=0{,}16\cdot 17{,}2\cdot 1{,}05\cdot 1{,}2=$ $=3{,}46$ (100%)	$K_{а\,сл}=0{,}21\cdot 29{,}7\cdot 1{,}03=6{,}43$ (186%)

Как видно, минераловатные плиты на битумной связке при использовании их в слоистых панелях по всем показателям более экономичны, чем вкладыши из теплоизоляционного легкого бетона.

Решение II. Определяем технико-экономические показатели теплоизоляционных слоев по формулам (143) и табл. 70. Определяем $R_{сл}$ для нормальной зоны. Для минераловатных плит $R_{сл}=\frac{0,16}{0,08}=2$, для плитного керамзитобетона $R_{сл}=\frac{0,21}{0,15}=1,4$ $м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$.

Технико-экономические показатели слоя

Из минераловатных плит	Из плитного керамзитобетона
$C_0=2 \cdot 1,58=3,16$	$C_0=1,4 \cdot 3,27=4,58$
$C=2 \cdot 2,06=4,12$	$C=1,4 \cdot 3,81=5,33$
$T_р=2 \cdot 0,036=0,072$	$T_р=1,4 \cdot 0,162=0,227$
$Э=2 \cdot 3,93=7,86$	$Э=1,4 \cdot 9,86=13,85$
$T_0=2 \cdot 14,3=28,6$	$T_0=1,4 \cdot 28,11=39,35$
$K_a=2 \cdot 1,73=3,46$	$K_a=1,4 \cdot 4,59=6,43$

Результаты расчета такие же, как и в решении I, но расчеты значительно проще.

Таблица 71

Удельные технико-экономические показатели вариантов утепления панелей

Материал	Удельная стоимость в руб. / % — отпускная	Удельная стоимость в руб. / % — с транспортными расходами	Удельная трудоемкость в чел.-днях / %	Удельная энергоемкость в кат·ч / %	Удельная топливоемкость в кг / %	Удельные капиталовложения в руб. / %
Плиты минераловатные на синтетической связке марки 150	1,28 / 100	1,53 / 100	0,017 / 100	2,90 / 100	7,24 / 100	0,87 / 100
Плиты полужесткие минераловатные на битумной связке марки 300	1,58 / 123	2,06 / 135	0,036 / 212	3,93 / 135	14,3 / 197	1,73 / 199

Таблица 72

Расчет технико-экономических показателей вариантов утепления панелей

Материал	Стоимость в руб.		Трудоемкость в чел.-днях	Энергоемкость в *квт·ч*	Топливоемкость в *кг* условного топлива	Капиталовложения в руб.
	на основе отпускных цен	для I территориального района				
Плиты ячеистого бетона, γ=400 *кг/м*^{3}	1,09×2,4= =2,62	1,09×2,79= =3,04	1,09×0,081= =0,088	1,09×5,89= =6,42	1,09×18,5= =20,2	1,09×3,24= =3,53
Плиты фибролитовые, γ=350 *кг/м*^{3}	1,09×1,91= =2,08	2,46×1,09= =2,65	1,09×0,072= =0,078	1,09×4,12= =4,49	1,09×6,70= =7,30	1,09×1,96 =2,14
Плиты из керамзитобетона, γ=400 *кг/м*^{3}	1,09×2,62= =2,92	1,09×3,04= =3,31	1,09×0,130= =0,142	1,09×7,91= =8,62	1,09×22,5= =24,52	1,09×3,67= =4,00
Плиты минераловатные жесткие, γ=400 *кг/м*^{3}	1,09×2,58= =2,84	1,09×3,09= =3,37	1,09×0,08= =0,091	1,09×6,64= =6,75	1,09×28,7= =31,3	1,09×1,86= =2,03

Пример 2. Определить технико-экономические показатели и экономическую эффективность минераловатных плит на битумной и синтетической связках применительно к ограждающим конструкциям с монолитной оболочкой в условиях нормального климата.

Принимаем значения показателей по соответствующим графам табл. 70 и определяем процентное соотношение.

Как видно из полученных данных, наиболее экономичными по всем технико-экономическим показателям являются плиты на синтетических связках.

Пример 3. Для утепления покрытий промышленных зданий применяются плиты из ячеистого бетона $\gamma=400$ *кг/м*^{3}, толщиной 12 *см*. Определить технико-экономические показатели этого теплоизоляционного слоя, а также технико-экономические показатели взаимозаменяемых слоев из других теплоизоляционных материалов.

Определяем сопротивление теплопередаче теплоизоляционного слоя из плит ячеистого бетона $\gamma=400$ *кг/м*^{3}, толщиной 12 *см* для сухой зоны эксплуатации: $R_{сл}=\frac{0{,}12}{0{,}11}=1{,}09$ *м*$^2\cdot$*ч*$\cdot$*град/ккал*.

Пользуясь формулами (143) и данными табл. 72, получаем технико-экономические показатели теплоизоляционных слоев из различных материалов.

Определим соотношение технико-экономических показателей.

Таблица 73

Соотношение технико-экономических показателей вариантов утепления панелей в %

Материал	Стоимость		$T_р$	$Э$	$T_о$	$K_а$
	на основе отпускных цен	для I территориального района				
Плиты ячеистого бетона, $\gamma=400$ *кг/м*^{3}	100	100	100	100	100	100
Плиты из керамзитобетона, $\gamma=400$ *кг/м*^{3}	114	109	161	134	121	113
Плиты фибролитовые, $\gamma=350$ *кг/м*^{3}	79	87	88	70	36	61
Плиты минераловатные жесткие, $\gamma=400$ *кг/м*^{3}	107	111	103	105	155	58

Анализ данных таблицы показывает, что наилучшие показатели по всем видам затрат имеет слой из цементного фибролита, а наиболее дорогим, трудоемким и топливоемким является слой из жестких минераловатных плит на битумной связке.

Теплоизоляционный слой из ячеистого бетона имеет лишь несколько лучшие технико-экономические показатели, чем из легкого бетона, но ввиду большой влажности ячеистого бетона и повышенного расхода цемента на его изготовление применение керамзитобетона (при наличии керамзита) предпочтительнее.

ГЛАВА 17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ

17.1. Настоящая глава составлена в развитие примечания 4 к п. 3.7 главы СНиП II-А.7-62, в основу ее положены методики и инструкции, разработанные Академией наук СССР, Госпланом СССР, Госстроем СССР, Министерством коммунального хозяйства РСФСР, а также ЦНИИЭП жилища и ЦНИИПромзданий.

17.2. Методику определения оптимального сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий следует применять при привязке к местным условиям типовых проектов зданий различного назначения, а также промышленных зданий, сблокированных из типовых секций и пролетов.

Примечание. Приведенная ниже методика не учитывает *особенностей определения капитальных вложений и эксплуатационных* расходов в помещениях, в которых имеют место значительные (или весьма неравномерные по времени или величине) выделения тепла.

Определение оптимальных сопротивлений теплопередаче ограждений подобных помещений должно производиться по специальной методике.

17.3. Оптимальной называется величина сопротивления теплопередаче ограждения $R_0^{опт}$, при которой приведенные затраты $П$ (сумма необходимых капитальных вложений K и годовых эксплуатационных расходов C в течение нормативного срока окупаемости капитальных вложений $Z_н$) будут минимальными:

$$П = (K + CZ_н) \text{ минимум } руб/м^2 \text{ огражд.} \quad (144)$$

17.4. Величина $Z_н$ равна 5 годам для объектов машиностроительной, химической, легкой, лесной и лесообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства; 7 годам — для металлургии, топливодобывающей промышленности, строительства, промышленности строительных материалов; 7—10 годам — для энергетики и 10 годам — для транспорта, жилых и общественных зданий.

17.5. Величины $П$ и $R_0^{опт}$ для стен, чердачных перекрытий, покрытий и совмещенных крыш следует определять по формулам:

$$П = \left[AR_0 + \frac{Б\left(t_в - t'_н\right)}{R_0} \right] \text{минимум } руб/м^2 \text{ огражд}; \quad (144а)$$

$$R_0^{опт} = \sqrt{\frac{Б\left(t_в - t'_н\right)}{A}} \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал, \quad (145)$$

где $t'_н$ — расчетная наружная температура наиболее холодной пятидневки (для проектирования отопления).

Примечание. Если определенная по формуле (145) величина $R_0^{опт}$ будет меньше допустимой $R_0^{тр}$, определенной по главе СНиП II-А.7-62, то сопротивление теплопередаче ограждения следует принимать равным $R_0^{тр}$.

17.6. Величину A следует определять по формуле

$$A = \left(1 + PZ_н\right)\left(\lambda_{из} S^{м^3}_{огр} + \alpha\right) + \frac{1}{7}\left(\lambda_{из} K^{м^3}_{см} + \beta\right), \quad (146)$$

где $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности однослойного или теплоизолирующего слоя многослойного ограждения, определяемый по главе СНиП II-А.7-62;

P — годовые затраты на амортизационные отчисления и текущий ремонт ограждения в процентах от его стоимости; для стен, чердачных перекрытий и покрытий жилых и общественных зданий $P=1\%$, для стен производственных зданий $P=1{,}5\%$, для перекрытий и покрытий промышленных зданий $P=2{,}5\%$, для заполнений световых проемов $P=5\%$;

α — отношение удорожания строительных конструкций: колонн, каркаса, фундаментов и др. (возможное при доведении $R_0^{тр}$ до $R_0^{опт}$) к величине $R_0^{тр}$ (п. 17.8);

$S^{м^3}_{орг}$ — стоимость 1 $м^3$ однослойного или теплоизолирующего слоя многослойного ограждения (п. 17.10);

$K_{см}^{м^3}$ — сопряженные капитальные вложения в промышленность на 1 $м^3$ соответствующих строительных материалов, принимаемые по данным главы 16;

β — отношение увеличения капиталовложений в завод строительных конструкций (при доведении $R_o^{тр}$ до $R_o^{опт}$) к величине $R_o^{тр}$.

Для однослойных панелей:

$$\beta \approx \frac{2\lambda_{из}\left(R_o^{опт} - R_o^{тр}\right)}{R_o^{тр}},$$

а для многослойных

$\beta \approx 0$.

17.7. Величину $Б$ надлежит определять по следующим формулам:

а) для зданий, которые в перспективном периоде (4—6 лет) будут обеспечены теплом от котельных:

Таблица 74

Приращение удельной стоимости систем отопления в *руб · ч/ккал*

Вид системы отопления	Удельное приращение стоимости систем отопления в *руб·ч/ккал*
Водяное отопление жилых и общественных зданий с радиаторами или бетонными приставными отопительными приборами	0,014
То же, с конвекторами	0,012
То же, со стальными змеевиками в перегородках	0,008
Водяное отопление производственных помещений с перегретой водой и радиаторами	0,011
То же, с ребристыми трубами	0,009
Воздушное отопление производственных помещений с отопительными агрегатами	0,007
То же, совмещенное с приточной вентиляцией .	0,004

Таблица 75

Приращение удельной стоимости котельных или ТЭЦ d
в *руб · ч/ккал*

Вид топлива	Тип котлов или мощность ТЭЦ	Количество котлов	Приращение удельной стоимости котельных или ТЭЦ в *руб·ч/ккал*
Твердое топливо	ДКВР 4—13	3	0,012
	ДКВР 6,5—13	3	0,010
	ДКВР 10—13	3	0,009
	ДКВР 10—13	4	0,008
	Чугунные секционные	4	0,016
	То же	6	0,012
Газ	ДКВР 4—13	3	0,009
	ДКВР 6,5—13	3	0,007
	ДКВР 10—13	3	0,006
	ДКВР 20—13	3	0,005
	ПТВМ—50	3	0,004
	Чугунные секционные	4	0,009
	То же	6	0,007
—	ТЭЦ 100 *мвт*	—	0,024
	» 150 »	—	0,022
	» 200 »	—	0,020
	» 300 »	—	0,017
	» 400 »	—	0,013

Таблица 76

Приращение удельной стоимости тепловых сетей l
в *руб · ч/ккал*

Производительность котельной в *Гкал/ч*	Перепад температуры воды в сети в *град*	Этажность застройки	l	Производительность котельной в *Гкал/ч*	Перепад температуры воды в сети в *град*	Этажность застройки	l
2	25	2	0,040	25	80	2	0,026
		3	0,028			3	0,019
		5	0,019			5	0,015
5	25	2	0,043	50	80	2	0,028
		3	0,029			3	0,021
		5	0,020			5	0,017
5	80	2	0,022	100	80	2	0,030
		3	0,015			3	0,024
		5	0,012			5	0,019

Продолжение табл. 76

Производительность котельной в *Гкал/ч*	Перепад температуры воды в сети в *град*	Этажность застройки	l	Производительность котельной в *Гкал/ч*	Перепад температуры воды в сети в *град*	Этажность застройки	l
10	80	2	0,024	200	80	2	0,032
		3	0,017			3	0,026
		5	0,013			5	0,022

Примечания: 1. *Приращение удельной стоимости* тепловых сетей ТЭЦ следует определять исходя из расчетной производительности 100 *Гкал/ч*.

2. Таблица составлена исходя из стоимостей прокладки двух теплопроводов в непроходных железобетонных сборных каналах в сухих грунтах с подвесной минераловатной изоляцией. При тех же каналах, но прокладываемых в мокрых грунтах с попутным дренажем, значения следует увеличивать на 50%. При бесканальной прокладке в автоклавной армопенобетонной изоляции в сухих грунтах следует уменьшать значения на 20%.

3. При определении $R_0^{\text{опт}}$ ограждений промышленных зданий допустимо принимать $l=0$.

$$Б = (r + 0{,}06 Z_{\text{н}})\, b + 1{,}15\,(r + 0{,}12 Z_{\text{н}})\,(d + e) +$$

$$+ \frac{r\,(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.от}})\, n_{\text{от}}\, K_{\text{т.у.т}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})\, 6 \cdot 10^6\, \eta_{\text{ген}}} + 0{,}2f +$$

$$+ \frac{r\,(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.от}})\, n_{\text{от}}\, C_{\text{т}}\, Z_{\text{н}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})\, 6 \cdot 10^6\, \eta_{\text{ген}}} + 1{,}15 r Z_{\text{н}}\, 10^{-6} \times$$

$$\times (N + N')\, n_{\text{от}}\, C_{\text{э}} + 1{,}3 r Z_{\text{н}}\, g\, (n_{\text{от}} + 600);$$

б) при обеспечении зданий теплом от ТЭЦ:

$$Б = (r + 0{,}06 Z_{\text{н}})\, b + 1{,}15\,(d + e) + 0{,}2f +$$

$$+ \frac{r\,(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.от}})\, n_{\text{от}}\, K_{\text{т.у.т}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})\, \eta_{\text{ген}}\, 6 \cdot 10^6} + \frac{1{,}15 r\,(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.от}})\, n_{\text{от}}\, Z_{\text{н}}\, C_{\text{тэц}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})\, \eta_{\text{ген}} \cdot 10^6} +$$

$$+ 1{,}15\, r Z_{\text{н}} \cdot 10^{-6}\, N'\, n_{\text{от}}\, C_{\text{э}}, \qquad (147)$$

где b — приращение удельной стоимости системы отопления в *руб. ч/ккал* (табл. 74);

d — приращение удельной стоимости котельных или ТЭЦ в *руб. ч/ккал* с учетом затрат на привязку типового проекта котельной к объекту и потерь тепла в сетях (табл. 75);

l — приращение удельной стоимости тепловых сетей в *руб. ч/ккал* (табл. 76);

r — коэффициент, равный 1,16 для стен и световых проемов, $r=0$ для чердачных перекрытий, совмещенных крыш и бесчердачных покрытий;

f — удельные сопряженные вложения в промышленность, выпускающую нагревательные приборы и трубы для системы отопления, равные 0,017 *руб. ч/ккал* для систем с радиаторами, 0,012 для систем с конвекторами или ребристыми трубами и 0,008 для систем воздушного отопления;

$t_{ср.от}$ — средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода;

$\eta_{ген}$ — среднегодовые коэффициенты полезного действия генераторов тепла, принимаемые по табл. 77;

Таблица 77

Среднее значение коэффициента полезного действия генераторов тепла $\eta_{ген}$

Генератор тепла	К. п. д. генератора тепла	
	при твердом топливе	при газе
Групповые котельные с чугунными котлами	0,65	0,75
Районные котельные с котлами высокого давления	0,75	0,85
Теплоэлектроцентрали	0,95	0,95

Таблица 78

Полная стоимость твердого топлива и сопряженные капиталовложения в его добычу и транспорт

Сорт топлива и район его потребления	Полная стоимость в *руб/т.у.т.*	Сопряженные капиталовложения в *руб. год/т.у.т.*	Сорт топлива и район его потребления	Полная стоимость в *руб/т.у.т.*	Сопряженные капиталовложения в *руб. год/т.у.т.*
1. Донецкий уголь			Псков	19,0	43,9
Архангельск	20,4	48,1	Петрозаводск	20,3	46,8
Астрахань	17,7	38,0	Рига	19,3	44,1
Баку	18,8	49,7	Ростов-на-Дону	15,9	30,2
Вильнюс	18,7	40,7	Ставрополь	16,8	33,5
Владимир	18,2	39,4	Симферополь	17,0	39,9
Вологда	19,0	42,4	Сыктывкар	22,5	50,4
Воронеж	16,9	34,0	Смоленск	17,9	38,1
Волгоград	17,5	32,7	Саратов	17,9	36,0
Горький	18,5	39,8	Таллин	21,0	46,8
Донецк	15,9	30,2	Тамбов	17,4	35,9
Днепропетровск	16,4	32,2	Тбилиси	18,5	42,0
Ереван	19,3	47,8	Тула	17,6	35,3
Запорожье	16,3	32,5	Ульяновск	18,4	40,9
Иваново	18,4	40,8	Харьков	16,4	32,0
Казань	19,2	43,1	Херсон	17,1	35,1
Калинин	18,3	41,3	Чебоксары	19,0	43,2
Калининград	19,1	43,9	Ярославль	18,8	40,6
Калуга	17,9	39,8	**2. Львовско-Волынский уголь**		
Киев	17,3	36,1	Калининград	19,8	42,6
Кострома	18,8	41,9	Львов	17,8	34,6
Куйбышев	18,5	40,1	Киев	18,9	38,9
Краснодар	16,6	32,9	Вильнюс	19,1	39,4
Ленинград	19,2	44,7	Минск	18,9	38,9
Липецк	17,2	35,2	Кишинев	19,4	40,0
Львов	18,5	40,9	**3. Кузнецкий уголь (открытая добыча)**		
Минск	18,2	38,9	Абакан	10,0	20,2
Москва	18,0	38,6	Астрахань	16,6	42,0
Мурманск	22,7	57,2	Ашхабад	18,1	49,8
Новгород	19,0	44,4	Алма-Ата	12,9	31,9
Одесса	17,7	37,4	Барнаул	9,5	18,6
Орел	17,2	35,5	Владимир	17,0	42,6
Пенза	18,0	38,0			

Продолжение табл. 78

Сорт топлива и район его потребления	Полная стоимость в *руб/т.у.т.*	Сопряженные капиталовложения в *руб.год/т.у.т.*
Горький	16,7	40,9
Душанбе	18,5	52,8
Йошкар-Ола	15,8	38,4
Иваново	17,1	43,2
Ижевск	14,9	35,2
Кострома	16,8	41,9
Киров	15,5	37,3
Куйбышев	15,7	37,7
Кемерово	8,2	16,3
Красноярск	10,1	20,5
Красноводск	19,5	54,7
Нижний Тагил	13,7	32,0
Новосибирск	9,9	19,8
Омск	11,1	23,9
Оренбург	15,2	36,6
Пенза	16,5	41,3
Пермь	14,3	33,4
Павлодар	11,1	24,5
Саранск	16,4	40,9
Саратов	16,5	41,6
Свердловск	13,3	30,7
Семипалатинск	10,6	22,0
Тюмень	12,5	28,1
Томск	8,2	18,5
Ташкент	15,0	38,2
Ульяновск	15,9	39,0
Уфа	14,3	35,6
Усть-Каменогорск	10,9	20,5
Фрунзе	13,8	34,4
Целиноград	11,6	25,3
Челябинск	13,1	29,8
Чебоксары	16,1	39,2
4. Интинский уголь		
Архангельск	24,5	62,5
Вологда	25,4	53,4
Ухта	21,7	45,2
Сыктывкар	22,5	50,2
5. Карагандинский уголь		
Алма-Ата	17,2	34,4
Актюбинск	18,2	39,5
Ашхабад	21,7	50,6
Душанбе	22,1	51,6
Курган	17,0	32,7
Караганда	14,5	24,1
Нижний Тагил	18,2	37,4
Оренбург	18,4	38,4
Свердловск	17,8	35,9
Ташкент	18,2	38,4
Тюмень	18,2	37,0
Фрунзе	17,2	34,2
Челябинск	17,6	35,0
6. Кизеловский уголь		
Ижевск	22,5	42,7
Пермь	21,5	39,9
Серов	21,5	46,5
Нижний Тагил	21,8	41,3
7. Итатский уголь		
Барнаул	9,6	16,7
Кемерово	8,2	11,5
Новосибирск	8,7	13,0
Омск	11,2	20,7
Павлодар	11,0	26,3
8. Канско-ачинский уголь		
Томск	8,8	15,1
Ачинск	6,8	6,6
Нижнеудинск	8,5	11,7
Иркутск	10,5	21,1
Братск	9,2	16,0

Продолжение табл. 78

Сорт топлива и район его потребления	Полная стоимость в *руб/т.у.т.*	Сопряженные капиталовложения в *руб.год/т.у.т.*	Сорт топлива и район его потребления	Полная стоимость в *руб/т.у.т.*	Сопряженные капиталовложения в *руб.год/т.у.т.*
9. Райчихинский уголь			**10. Ангренский уголь**		
Благовещенск . .	9,3	14,1	Ташкент	18,9	44,4
Комсомольск-на-Амуре	11,6	21,7	Фергана	20,7	51,3
Хабаровск . . .	10,3	17,2	Самарканд . . .	20,5	50,0
			Чимкент	20,0	48,1

Примечание. Приведенные в табл. 78 стоимости твердого топлива являются временными и должны быть уточнены после введения новых оптовых цен.

$K_{т.у.т}$ — удельные сопряженные капитальные вложения в добычу тонны условного топлива в год, принимаемые по табл. 78 и 79;

$C_т$ — полная стоимость топлива, принимаемая по табл. 78 и 79;

$C_{ТЭЦ}$ — стоимость тепла, получаемого от ТЭЦ; стоимость тепла, получаемого от городских ТЭЦ, следует принимать по прейскуранту Госплана СССР (табл. 81), а тепла, получаемого от заводских ТЭЦ, — по калькуляции его себестоимости;

N — часовой расход электроэнергии, принимаемый для котельных, работающих на твердом топливе, 9 *квт·ч/Гкал*, для газифицированных котельных — 6 *квт·ч/Гкал*;

N' — а) дополнительно при присоединении систем отопления к теплофикационным сетям через водоподогреватели 2 *квт·ч/Гкал*; б) то же, на работу воздушноотопительных агрегатов 12 *квт·ч/Гкал*;

$C_э$ — стоимость электроэнергии *руб/квт·ч*, определяемая согласно действующим тарифам (прейскурант Госплана СССР № 09/01);

g — коэффициент, принимаемый по табл. 80.

Таблица 79

Полная стоимость газообразного топлива и сопряженные капиталовложения в его добычу и транспорт

Место потребления газа	ккал/кг	Оптовая цена		Сопряженные капиталовложения в руб.год/т.у.т.
		в руб/1000 м³	в руб/т.у.т.	
РСФСР				
Астраханская обл. . . .	7900	11	9,8	15,6
Башкирская АССР . .	7200	9,5	9,2	24,0
Белгородская обл. . . .	8200	11	9,5	15,0
Брянская обл.	8200	12	10,2	22,3
Владимирская обл. . .	8100	13	11,2	35,0
Волгоградская обл. . .	8200	9,5	8,1	12,7
Вологодская обл. . . .	8100	13	11,2	35
Воронежская обл. . . .	8200	11	9,5	19,6
Горьковская обл. . . .	8100	12	10,3	22,5
Дагестанская АССР . .	9200	12	9,2	22
Ивановская обл. . . .	8100	13	11,2	25,7
Кабардино-Балкарская АССР	8000	11	9,7	23
Калининская обл. . . .	8200	13	11,1	28,3
Калужская обл.	8200	13	11,1	24,2
Коми АССР	7700	13	11,8	40
Краснодарский край . .	8800	9,5	7,5	10,8
Курская обл.	8200	11	9,5	16,9
Куйбышевская обл. . .	9000	9,5	7,4	24
Ленинградская обл. . .	7000	15	15	35,3
Липецкая обл.	8200	11	9,5	21,2
Мордовская АССР . . .	8100	11	9,6	19
Московская обл. . . .	7900	13	11,5	32
Новгородская обл. . .	8200	15	12,8	33
Оренбургская обл. . . .	7000	9,5	9,5	11,9
Орловская обл. . . .	8200	11	9,5	19,3
Пензенская обл.	8100	11	9,6	17
Пермская обл.	9500	11	8,2	38,4
Ростовская обл.	8200	11	9,5	18
Рязанская обл.	8100	13	11,2	28
Саратовская обл. . . .	8200	9,5	8,1	14,4
Сахалинская обл. . . .	8000	15	13,1	28
Северо-Осетинская АССР	8000	11	9,7	25
Свердловская обл. . . .	8100	12	10,3	27,8
Ставропольский край . .	8300	9,5	8,8	13,7

Продолжение табл. 79

Место потребления газа	ккал/кг	Оптовая цена		Сопряженные капиталовложения в руб.год/т.у.т.
		в руб/1000 м³	в руб/т.у.т.	
Тамбовская обл. . . .	8100	11	9,6	26
Татарская АССР . . .	9500	9,5	7,0	22,7
Тульская обл.	8200	13	11,1	24,1
Ульяновская обл. . . .	7000	11	11,0	25,4
Челябинская обл. . . .	8100	12	10,3	33,9
Чечено-Ингушская АССР	8500	11	9,2	24
Чувашская АССР . . .	9500	11	8,2	24,7
Якутская АССР	8200	15	12,8	43
Ярославская обл. . . .	8100	13	11,2	27
Азербайджанская ССР .	8300	9,5	7,9	13,3
Армянская ССР . . .	8300	11	9,4	22,3
Белорусская ССР . . .	8000	13	11,4	21,9
Грузинская ССР . . .	8300	11	9,4	24,3
Казахская ССР	8100	11	9,6	28
Гурьев	9500	11	8,2	23
Киргизская ССР . . .	8000	11	9,7	21,2
Латвийская ССР . . .	8000	13	11,4	29,3
Литовская ССР	8000	13	11,4	25,3
Таджикская ССР . . .	8000	11	9,7	16,4
Туркменская ССР . . .	9500	11	8,2	16,1
Узбекская ССР	8100	9,5	8,2	16
Молдавская ССР . . .	8200	12	10,2	24,6
Украинская ССР				
Днепропетровская обл. .	8200	12	10,2	15,3
Донецкая обл.	8200	12	10,2	15,8
Запорожская обл. . . .	8200	12	10,2	16,5
Киевская обл.	8000	12	10,4	21,1
Луганская обл.	8200	12	10,2	14,2
Львовская обл.	8000	9,5	8,3	15,8
Полтавская обл. . . .	8000	11	9,7	14,5
Ивано-Франковская обл.	8200	12	10,2	20
Харьковская обл. . . .	8200	11	9,5	18,9
Другие области Украинской ССР	8200	12	10,2	20

Примечание. Приведенные в таблице цены после введения оптовых цен должны быть уточнены.

Таблица 80

Величина коэффициента g

Топливо	Тип котла	Количество котлов	g
Природный газ	ДКВР 2,5—13	3	$0{,}324 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 4—13	3	$0{,}204 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 6,5—13	3	$0{,}124 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 10—13	3	$0{,}081 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 10—13	5	$0{,}049 \cdot 10^{-6}$
	ПТВМ-50	3	$0{,}037 \cdot 10^{-6}$
	Чугунные секционные	4	$0{,}35 \cdot 10^{-6}$
	То же	6	$0{,}18 \cdot 10^{-6}$
Антрацит (для котлов ДКВР—твердое топливо)	ДКВР 2,5—13	3	$0{,}747 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 4—13	3	$0{,}467 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 6,5—13	3	$0{,}319 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 10—13	3	$0{,}207 \cdot 10^{-6}$
	ДКВР 10—13	4	$0{,}155 \cdot 10^{-6}$
	Чугунные секционные	4	$0{,}41 \cdot 10^{-6}$
	То же	6	$0{,}39 \cdot 10^{-6}$
Бурый уголь	»	4	$0{,}79 \cdot 10^{-6}$
	»	6	$0{,}77 \cdot 10^{-6}$

17.8. Величина $R_0^{опт}$, необходимая для определения α и β на первом этапе расчета, находится без учета этих слагаемых.

17.9. При определении $Б$ для ограждений заводского изготовления величины d и l следует принимать средневзвешенно — по типам котельных и ТЭЦ исходя из условий, которые в перспективном периоде будут иметь место в районе, обслуживаемом соответствующим заводом строительных конструкций.

17.10. При определении величины $S^{м^3}_{огр}$ для панельных конструкций следует учитывать только затраты на материалы $S^{м^3}_{мат}$, часть стоимости их переработки $US^{м^3}_{мат}$, зависящую от величины $R_0^{опт}$, и усредненную стоимость перевозки панелей h от завода до строящихся зданий:

$$S^{м^3}_{огр} = S^{м^3}_{мат} + US^{м^3}_{мат} + h \ руб/м^3 \ огражд. \qquad (148)$$

Величину U допустимо при определении $R_0^{опт}$ принимать по следующим приближенным данным:

Таблица 81

Стоимость тепла, получаемого предприятиями от ТЭЦ, в *руб/Гкал*

Энергоснабжающие организации	Теплоносители	
	горячая вода и пар до 3 *ата*	пар от 3,01 до 7,5 *ата*
РСФСР		
Архангельскэнерго	5,02	5,32
Барнаулэнерго	2,39	2,54
Башкирэнерго	2,20	2,33
Белгородэнерго	5,00	5,30
Брянскэнерго	3,98	4,22
Волгоградэнерго	2,04	2,16
Воронежэнерго	2,45	2,60
Горэнерго	2,21	2,35
Дальэнерго	6,03	6,39
Иванэнерго	5,00	5,30
Иркутскэнерго (кроме Бурятского энергорайона)	1,83	1,94
Иркутскэнерго (Бурятский энергорайон)	3,14	3,33
Калининэнерго	3,18	3,37
Калининградэнерго	4,73	5,02
Карелэнерго	7,10	7,53
Кировэнерго	2,63	2,79
Колэнерго	4,63	4,91
Краснодарэнерго	2,24	2,38
Красноярскэнерго	1,52	1,61
Кузбассэнерго	2,17	2,30
Куйбышевэнерго	2,60	2,76
Курскэнерго	2,64	2,80
Ленэнерго	4,45	4,72
Мордовэнерго	3,46	3,66
Мосэнерго	3,13	3,32
Новосибирскэнерго	2,56	2,72
Омскэнерго	2,56	2,72
Оренбургэнерго	3,85	3,55
Пензаэнерго	3,34	3,54
Пермьэнерго	3,42	3,63
Ростовэнерго	2,59	2,74
Саратовэнерго	2,00	2,16
Свердловскэнерго	2,04	2,16
Севкавказэнерго	1,85	1,96

Продолжение табл. 81

Энергоснабжающие организации	Теплоносители	
	горячая вода и пар до 3 *ата*	пар от 3,01 до 7,5 *ата*
Смоленскэнерго	5,00	5,30
Ставропольэнерго	2,46	2,61
Тамбовэнерго	4,52	4,79
Татэнерго	3,35	3,55
Томскэнерго	3,03	3,21
Тулаэнерго	3,77	4,00
Хабаровскэнерго	2,99	3,17
Челябэнерго	2,70	2,86
Читаэнерго	3,41	3,62
Чувашэнерго	3,00	3,18
Ярэнерго	3,26	3,45
Якутскэнерго	5,49	5,82
Украинская ССР		
Винницаэнерго	3,76	3,98
Днепроэнерго	3,04	3,22
Донбассэнерго	2,37	2,51
Карпатэнерго	3,85	4,08
Киевэнерго	2,50	2,65
Крымэнерго	4,30	4,56
Львовэнерго	2,27	2,41
Одессаэнерго	3,16	3,35
Харьковэнерго	2,96	3,14
Херсонэнерго	2,37	2,51
Черкассэнерго	3,68	3,90
Белорусская ССР	3,19	3,38
Узбекская ССР	2,90	3,07
Казахская ССР		
Алма-Атаэнерго	4,43	4,70
Алтайэнерго	3,06	3,25
Гурьевэнерго	2,74	2,91
Запказэнерго	3,72	3,94
Карагандаэнерго	3,60	3,82
Целинэнерго	2,58	2,74
Южказэнерго	5,20	5,51

Продолжение табл. 81

Энергоснабжающие организации	Теплоносители	
	горячая вода и пар до 3 *ата*	пар от 3,01 до 7,5 *ата*
Грузинская ССР	4,85	5,14
Азербайджанская ССР	2,55	2,71
Литовская ССР	3,83	4,06
Молдавская ССР	3,62	3,84
Латвийская ССР	4,69	4,97
Киргизская ССР	4,14	4,39
Таджикская ССР	2,80	2,97
Армянская ССР	2,94	3,12
Туркменская ССР	5,29	5,60
Эстонская ССР	2,83	3,00

Примечание. Стоимость тепла, отпускаемого ТЭЦ жилым и общественным зданиям, допустимо для сопоставления проектных вариантов принимать по данным табл. 81.

а) для однослойных панелей, изготовляемых на заводах крупнопанельного домостроения:

$$U = \frac{0{,}67}{10\delta + 0{,}5};$$

б) для трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит $U = 0{,}07\, S^{м^3}_{мат}$.

Стоимость ограждающих конструкций, изготавливаемых на строительном объекте из мелкоразмерных элементов, следует принимать по единичным расценкам, составляемым проектными институтами при привязке типового проекта на основании ЕРЕР (сборников Единых районных единичных расценок). Усредненная стоимость транспортирования однослойных конструкций к строящимся зданиям определяется по формуле

$$h = (h_{погр} + ih_{пер})\,\gamma \ руб/м^3 \ огражд, \qquad (149)$$

где $h_{погр}$ — стоимость погрузочно-разгрузочных работ в *руб/т*;

$h_{пер}$ — стоимость перевозки панелей в *руб/т*;

i — поясной поправочный коэффициент к тарифам на автомобильные перевозки грузов по союзным республикам;

γ — объемный вес конструкций в $т/м^3$.

Величины $h_{погр}$, $h_{пер}$ и i определяют по Ценнику № 3 сметных норм на перевозку грузов для строительства Госстроя СССР, а величину γ — по табл. 1 главы СНиП II-А.7-62. Допустимо принимать, что стоимость транспортирования трехслойной панели с высокоэффективными утеплителями от величины их сопротивления теплопередаче не зависит и поэтому в расчетах ее не учитывают.

17.11. Толщину ограждения (или его теплоизолирующего слоя) следует определять по формуле

$$\delta_{опт} = \left(R_o^{опт} - R_в - R_н - \Sigma R\right)\lambda_{из} \; м, \qquad (150)$$

где $R_в$ и $R_н$ — коэффициенты тепловосприятию и теплоотдаче;

ΣR — термическое сопротивление слоев ограждения, толщина которых является постоянной.

17.12. Если для рассчитываемого ограждения установлен унифицированный ряд его толщин, то вместо величины $\delta_{опт}$, определенной по формуле (150), следует принимать ту оптимальную унифицированную толщину ограждения $\delta_{опт.ун}$, которая является ближайшей, большей по отношению к $\delta_{опт}$.

17.13. При определении экономически обоснованного ряда унифицированных толщин ограждения следует учитывать диапазон возможных величин $R_o^{опт}$, удельные веса различных источников тепла и основных видов применяемых панелей и распределение объемов крупнопанельного строительства по температурным зонам.

Для панельных стен жилых зданий установлен на 1971—1975 гг. разработанный ЦНИИЭП жилища следующий ряд унифицированных толщин: 24, 30 и 36 *см*.

17.14. При наличии в здании устройств для кондиционирования воздуха имеет место ряд дополнительных капитальных вложений и эксплуатационных расходов: стоимостей холодильных установок $S_{хол}$, систем кондиционирования воздуха $S_к$, градирен $S_{гр}$, площадей здания, занятых этими устройствами, $S_{пл}$ и систем автоматизации их работы $S_{авт}$, затрат на выработку холода $X_к$, на электроэнергию $Э_к$, амортизацию и текущий ремонт холодильных установок и систем кондиционирования воздуха $A_к$, заработную плату обслуживающего персонала $З_к$ и прочих расходов $У_к$.

Все эти вложения и расходы зависят от количества тепла, поступающего в летний период в помещения снаружи, и прямо ему пропорциональны. Поэтому оптимальные сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий, оборудованного устройствами для кондиционирования воздуха, должны быть больше, чем в аналогичном здании, но без кондиционирования воздуха.

17.15. Величины $П$ и $R_o^{опт}$ для наружных ограждений здания, оборудованного устройствами для кондиционирования воздуха, следует определять по формулам:

$$П = AR_o + \frac{Б\left(t_в - t'_н\right)}{R_o} + \\ + B\left(t^л_н - t^л_в + \frac{r' q^0}{\alpha_н}\right) \text{ руб/м}^2 \text{ огражд}, \qquad (151)$$

$$R_o^{опт} = \sqrt{\frac{Б\left(t_в - t'_н\right) + B\left(t^л_н - t^л_в + \frac{r' q^0}{\alpha_н}\right)}{A}} \\ \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал}, \qquad (152)$$

где $t^л_в$ и $t^л_н$ — расчетные для систем кондиционирования температуры воздуха, принимаемые по главе СНиП II-Г.7-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

r' — коэффициент поглощения солнечной энергии поверхностью ограждения (0,2—0,4 для белой и 0,8—0,9 для темно-синей и черной поверхности);

q^0 — средняя интенсивность облучения ограждения, равная среднесуточному ее расчетному значению; величину q^0 допустимо принимать по табл. 82;

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи; $\alpha_н = 3 + 10w$ для стен и $3 + 2{,}5\, w^{0{,}8}$ — для бесчердачных покрытий;

w — расчетная скорость ветра *м/сек*, принимаемая по главе СНиП II-А.6-62.

$$B = S_{хол} + S_к + S_{пл} + S_{гр} + S_{авт} + \\ + Z_н (X_к + Э_к + З_к + У_к) \text{ руб} \cdot \text{ч/ккал}. \qquad (153)$$

Таблица 82

Среднесуточная интенсивность полной солнечной радиации q^0 и максимальной ее интенсивности $q^0_{макс}$ в *ккал/м²·ч*

Географическая широта в *град*	Количество тепла в *ккал/м²·ч*, поступающего на			
	горизонтальную поверхность	вертикальную поверхность		
		южную	северную	восточную и западную
38	297/819	73,7/262	55,5/154	136,5/560
40	297,5/813	78,7/285	57,3/156	139,5/563
42	298,0/804	86,6/309	58,5/157	142,5/566
44	297,0/783	93,7/333	59,5/160	145,5/569
46	296,0/766	101,5/355	60,3/160	148,0/571
48	296,5/759	109,0/363	61,6/164	151,5/575
50	296,5/759	116,0/407	62,8/168	155,0/582
52	296,0/744	128,0/425	63,3/170	157,5/582
54	296,0/726	129,5/449	64,8/175	160,5/588
56	296,5/714	136,0/472	67,3/192	163,0/594
58	296,5/700	142,5/489	71,0/198	167,5/597
60	296,5/675	152,0/507	77,0/205	174,0/596
62	296,0/644	155,0/528	84,5/215	181,5/604

Примечание. В числителе q^0, а в знаменателе $q^0_{макс}$.

17.16. Среднюю стоимость $S_к$ фреоновых холодильных установок допустимо принимать равной 80—100 *тыс. руб·ч/Гкал*, а аммиачных установок — 30 тыс. *руб·ч/Гкал*.

17.17. Стоимость площади, занимаемой холодильными установками и системами кондиционирования воздуха, следует определять по формуле

$$S_{пл} = (F_{хол} + F_к)\, C_{пл}\ руб \cdot ч/Гкал, \qquad (154)$$

$$F_{хол} = 0{,}17 \cdot 10^{-3} Q_х\ м^2 \cdot ч/Гкал,$$

где $Q_х$ — расчетная производительность установок в *Гкал/ч*;

$F_к$ — площадь, занимаемая установками для кондиционирования воздуха, определяемая по формуле

$$F_к = 94 n_к\ м^2 \cdot ч/Гкал,$$

где $n_к$ — удельное число кондиционеров в *шт/Гкал*.

Стоимость площади $C_{пл} \approx 40$ *руб/м²*.

17.18. Стоимость систем кондиционирования воздуха допустимо определять приближенно — по формуле, предложенной ЦНИИ инженерного оборудования:

$$S_к = \frac{6{,}91 + 61Q_к + 0{,}051V + 7{,}54y}{Q_к} тыс. \quad руб \cdot ч/Гкал, \quad (155)$$

где $Q_к$ — мощность системы по холоду в *Гкал/ч*;

V — количество обрабатываемого воздуха в *т·м³/ч*;

y — суммарная поверхность воздуховодов в *т · м² · ч/Гкал*.

При отсутствии данных, содержащихся в формуле (155), допустимо $S_к$ определять в зависимости от $n_к$:

$n_к = 10$ *шт·ч/Гкал*		$S_к = 110$ *тыс. руб·ч/Гкал*	
$n_к = 10 \div 20$	»	$S_к = 125$	»
$n_к > 20$	»	$S_к = 145$	»

17.19. Стоимость металлических секционных градирен усредненно принимают равной 8000 *руб · ч/Гкал*.

17.20. Стоимость автоматики холодильных установок составляет 5% их стоимости, а автоматики систем кондиционирования воздуха — 20% стоимости последних.

17.21. Затраты на холод, расходуемый системами кондиционирования воздуха

$$X_к = C_х Q_х^{год}, \quad (156)$$

где $C_х$ — себестоимость холода, вырабатываемого холодильной установкой, в *руб/Гкал*;

$Q_х^{год}$ — годовой расход холода в *Гкал/год*.

Величину $C_х$ при определении $X_к$ следует принимать по данным табл. 85.

Величину $Q_х^{год}$ рекомендуется определять по методике института Союзсантехпроект:

$$Q_х^{год} = 0{,}2mk'\Delta t_р^{-1} \Sigma \Delta J_к n' \ руб/Гкал \cdot год, \quad (157)$$

где m — время работы кондиционера в сутки;

k' — коэффициент, учитывающий увеличение расхода холода в дневные часы; при односменной работе $k' = 1{,}3 \div 1{,}5$, а при двухсменной $k' = 1{,}1 \div 1{,}2$;

$\Delta J_к$ — средний перепад теплосодержания воздуха в камере орошения при различных значениях теплосодержания наружного воздуха;

Таблица 83

Себестоимость холода, вырабатываемого холодильными установками, $C_х$ в *руб/Гкал*

Продолжительность работы установки в *ч/год*		6000	4500	3500	3000	2500	2000	1500	1000
Величина $C_х$ при установках	фреоновых	7,1	7,8	8,5	9,2	10,1	11,5	13,7	15,2
	аммиачных	4,6	4,8	5,0	5,2	5,5	5,9	6,5	7,9

n' — для среднемесячного теплосодержания — 720 *ч* в месяц;

$\Delta t_р$ — рабочая разность температур в системе кондиционирования воздуха.

17.22. Затраты на электроэнергию, расходуемую в системах кондиционирования воздуха:

$$Э_к = N_{уст} K_{мощн} n C_э \; руб/Гкал \cdot год, \qquad (158)$$

где $K_{мощн}$ — отношение расходуемой мощности к установленной ее величине, в среднем равное 0,75;

$N_{уст}$ — установленная суммарная мощность электродвигателей систем кондиционирования воздуха; допустимо для систем с рециркуляционными вентиляторами и при вентиляторных установках КД 4077-24077 принимать усредненно $N_{уст}=270$ *квт*$\times$ $\times$*ч/Гкал*, а для прямоточных систем и вентиляторов КД 4075-24075 $N_{уст}=180$ *квт · ч/Гкал*;

n — продолжительность работы систем в *ч/год*.

17.23. Годовые затраты на амортизацию и текущий ремонт систем кондиционирования воздуха можно принимать по данным института Сантехпроект, учитывая условия работы этих устройств в общественных зданиях, равными 0,17 $S_к$ *руб/Гкал · год*.

17.24. Заработная плата персонала, обслуживающего системы кондиционирования воздуха, определяется исходя из норматива на один кондиционер; учитывая, что при увеличении поступлений топлива в обслуживаемые помещения число кондиционеров не изменится, а

произойдет лишь увеличение производительности кондиционеров, допустимо в расчетах $З_к$ не учитывать.

17.25. С учетом пп. 17.16—17.24 величину B следует определять по формуле

$$B = 1{,}05\,S_{хол} + (1 + 0{,}01Z_н)\,S_{пл} + \\ + 1{,}2\,(1 + 0{,}22Z_н)\,S_к + (1 + 0{,}11Z_н)\,S_{гр} + \\ + 0{,}75N_{уст}\,nC_э + 1{,}1\lambda_к\ руб\cdot ч/Гкал. \qquad (153')$$

17.26. Расчетное поступление тепла летом в помещения через стены, чердачные перекрытия и совмещенные кровли допустимо определять без учета амплитуды колебания теплопоступлений через указанные ограждения ввиду малого ее удельного веса в суммарном поступлении тепла.

17,27. Внутренние тепловыделения не следует учитывать, так как они не зависят от величины $R_о$ наружных ограждений зданий.

17.28. Величина затухания колебаний температуры наружного воздуха в наружных ограждениях с оптимальными их сопротивлениями теплопередаче $R_о^{опт}$, определенными по формуле (152), должны быть не меньше требуемых по п. 45 главы СНиП II-А.7-62.

17.29. Выбор экономически наиболее целесообразного из числа практически в данных условиях возможных вариантов наружного ограждения следует производить исходя из величин приведенных затрат $П$. Наиболее целесообразен вариант, при котором величина $П$ минимальна.

17.30. Величину приведенных затрат $П$ при сопоставлении вариантов унифицированных стен, чердачных перекрытий и совмещенных кровель следует определять по формуле

$$П = (1 + pZ_н)\,S_{огр}^{полн} + 0{,}14\,(K_{с.м} + K_{зав} + K_{тр}) + \\ + \frac{Б\,(t_в - t_н')}{R_о^{опт.ун}}\ руб/м^2\ огражд, \qquad (159)$$

где $S_{огр}^{полн}$ — полная стоимость ограждения, учитывающая все затраты по этому ограждению,

$$S_{огр}^{полн} = S_{зав} + S_{тр} + S_{монт} + S_{удор} + S_{накл}\ руб/м^2\ огражд.$$

Здесь:

$S_{зав}$ — заводская цена ограждения или его элементов, определяемая исходя из $R_0^{опт.ун}$ по калькуляциям институтов, проектирующих соответствующее предприятие промышленности строительных материалов;

$S_{тр}$ — усредненная по этому предприятию стоимость транспортирования ограждения или его деталей на объекты;

$S_{монт}$ — удельная стоимость монтажа ограждения;

$S_{накл}$ — удельные накладные расходы, определяемые по СН 248—63; допустимо для данной экономической задачи принимать, что эти расходы составляют 80% затрат на эксплуатацию механизмов и заработную плату рабочих, монтирующих ограждение.

Последние три величины должен определять институт, производящей привязку типового здания к местным условиям,

$$K_{с.м} = K_{с.м}^{м^3}\,\delta_{опт.ун}\ руб \cdot год/м^2\ огражд.$$

$K_{зав}$ — удельная стоимость заводов, изготовляющих соответствующие ограждения или их элементы при доведении R_0 ограждения от $R_0^{тр}$ до величины $R_0^{опт.ун}$; для предприятий, производящих мелкоразмерные материалы, затраты $k_{зав}$ учитываются в $k_{с.м}$.

$K_{тр}$ — удельные вложения в автотранспорт, необходимый для перевозки наружных ограждений или их элементов с завода на строящиеся объекты на среднее расстояние l *км*.

$$K_{тр} = (q + al)\,\gamma\delta\ руб \cdot год/м^2\ огражд.$$

Здесь:

q — капитальные вложения, не зависящие от дальности l перевозки (табл. 84);

a — вложения, зависящие от величины l (табл. 84).

Величины $K_{зав}$ и $K_{тр}$ должен определить институт, проектирующий соответствующее предприятие промышленности строительных материалов.

17.31. Величины $K_{зав}$ допустимо для сопоставления проектных вариантов принимать усредненно:

Таблица 84

Усредненные величины удельных капитальных вложений в автотранспорт, занятый перевозкой наружных ограждений с завода на строящиеся объекты,
в *руб · год/т*

Коэффициент загрузки автомобиля в %	Грузоподъемность машин в *т*					
	4		8		12	
	q	*a*	*q*	*a*	*q*	*a*
100	8,0	0,557	7,5	0,440	5,2	0,277
90	8,9	0,619	8,3	0,489	5,7	0,308
80	10,0	0,696	9,3	0,549	5,4	0,347
70	11,4	0,794	10,6	0,628	7,4	0,396
60	13,3	0,928	12,4	0,732	8,6	0,462
50	16,0	1,113	14,9	0,879	10,3	0,555

для панелей керамзитобетонных — 33 $\delta_{опт,ун}$ *руб/м²* *огражд/год*
то же ячеистобетонных — 29 $\delta_{опт,ун}$ »
» трехслойных — 32 $\delta_{опт,ун}$ »

17.32. Экономически наиболее целесообразный вариант заполнения светового проема следует выбирать из условия

$$П_{зап} = \left[(1 + 0{,}05Z_н)\,S_{зап} + \frac{Б\,(t_в - t'_н)}{R_о}\right]_{минимум} \text{руб/м}^2 \text{ зап.}, \quad (160)$$

где $S_{зап}$ — стоимость заполнения проема в *руб/м²*.

17.33. Если величина $R_о$ заполнения светового проема, найденная на основании формулы (160), будет меньше допустимой $R_о^{тр}$ по главе СНиП II-В.6-62, то следует принимать вариант с $R_о \geqslant R_о^{тр}$ и с приведенными затратами, наиболее близкими к этим затратам при оптимальном варианте.

17.34. При сопоставлении вариантов стен с разными площадями световых проемов следует учитывать, что увеличение освещенности помещений экономически целесообразно лишь при условии

$$П_{зап} : П_{стены} \leqslant 1. \quad (161)$$

ПРИМЕРЫ

I. Определение оптимального сопротивления теплопередаче наружных ограждений жилых и общественных зданий

Пример 1. Определить $R_0^{опт}$ и оптимальную толщину $\delta_{опт}$ однослойной керамзитобетонной панели, $\gamma = 1000$ *кг/м*³, для жилого дома, находящегося в Тамбовской области.

Теплоснабжение зданий будет осуществлять ТЭЦ, работающая на антраците. Застройка районов пятиэтажная, тепловые сети прокладываются в непроходных железобетонных сборных каналах в сухом грунте.

Среднее расстояние от завода крупнопанельного домостроения до строящихся объектов 40 *км*.

1. Определяем $R_0^{тр}$ по формуле

$$R_0^{тр} = \frac{\left(t_в - t'_н\right) nb}{\alpha_в \Delta t^н} \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал$$

и принимаем $t'_н = -32°$ С (глава СНиП II-А.7-62 и СНиП II-А.6-62).

$$R_0^{тр} = \frac{(18 + 32)1 \cdot 1}{4{,}5 \cdot 6} = 1{,}11 \; м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

$$\delta_{тр} = (R_0 - R_в - R_н)\,\lambda \; м.$$

$\lambda = 0{,}25$ *ккал/м·ч·град* (табл. 1 главы СНиП II-А. 7-62);

$$\delta_{тр} = (1{,}11 - 0{,}133 - 0{,}05)\,0{,}25 = 0{,}233 \; м.$$

Проверяем соответствие принятой расчетной наружной температуры степени массивности панели (глава СНиП II-А.7-62):

$$D = \frac{\delta}{\lambda} S = \frac{0{,}233 \cdot 3{,}61}{0{,}25} < 4,$$

и, следовательно, ограждение легкое и наружная температура принята правильно.

2. Определяем величину A по формуле (146). На 1 *м*³ панели расходуется цемента 0,2 *т* по 15,3 *руб/т* и керамзитобетона 1,4 *м*³ по 6 *руб/м*³.

$$S^{м^3}_{мат} = 0{,}2 \cdot 15{,}3 + 1{,}4 \cdot 6 = 11{,}44 \; руб/м^3;$$

$$US^{м^3}_{мат} = 11{,}44 \frac{0{,}67}{10 \cdot 0{,}233 + 0{,}5} = 2{,}85 \; руб/м^3.$$

По Ценнику № 3 сметных цен на перевозки грузов для строительства при доставке панелей автотранспортом погрузка и разгрузка их стоит 0,92 *руб/т*, а перевозка их на 40 *км* — 1,85 *руб/т*. При $\gamma = 1000$ *кг/м*³:

$$h = 0{,}92 + 1{,}5 = 2{,}77 \; руб/м^3;$$

$$S^{м^3}_{огр} = 11{,}44 + 2{,}85 + 2{,}77 = 17{,}06 \; руб/м^3.$$

Величина сопряженных капитальных вложений

$$K^{м^3}_{с.м} = 0{,}2 \cdot 28{,}4 + 1{,}4 \cdot 6{,}7 = 15{,}0\ руб \cdot год/м^3;$$

$$p = 1{,}0\%.$$

На первом этапе расчета принимаем $\alpha=0$ и $\beta=0$ (п. 17.8).

$$A = (1 + 0{,}01 \cdot 10)\, 0{,}25 \cdot 17{,}06 + 0{,}14 \cdot 0{,}25 \cdot 15{,}0 = 5{,}23.$$

3. Определяем величину $Б$ по формуле (147); согласно условиям $b=0{,}014$ (табл. 76); $d=0{,}017$ (табл. 77); $e=0{,}019$ (табл. 78); $K_{т.у.т}=35{,}9$ *руб·год/т. у. т.* (табл. 78); $\eta=0{,}95$ (табл. 79); $C_{ТЭЦ}=4{,}6$ *руб/Гкал* (табл. 83); $r=1{,}16$ (п. 17.7); $f=0{,}017$ (п. 17.7); $t'_н=-27°$; $t_{ср.от}=-4{,}2°$; $n_{от}=4872$ *ч/год*;

$$Б = (1{,}16 + 0{,}06 \cdot 10)\, 0{,}014 + 1{,}15 \cdot 1{,}16\, (0{,}017 + 0{,}019) + \\ + \frac{1{,}16 \cdot 1{,}15\, (18 + 4{,}2)\, 4872 \cdot 35{,}9}{(18 + 27)\, 7 \cdot 10^6 \cdot 0{,}95} + 0{,}2 \cdot 0{,}017 + \\ + \frac{1{,}16 \cdot 1{,}15\, (18 + 4{,}2)\, 4872 \cdot 10 \cdot 4{,}6}{(18 + 27)\, 0{,}95 \cdot 10^6} = 0{,}22.$$

4. Определяем $П$ и $R_0^{опт}$ по формулам (144) и (145):

$$П = \left[5{,}23 R_0 + \frac{0{,}22\, (18 + 27)}{R_0}\right] \text{минимум};$$

$$R_0^{опт} = 1{,}37\ м^2 \cdot ч \cdot град/ккал.$$

5. Определяем $\delta_{опт}$: $\delta_{опт} = (1{,}37 - 0{,}133 - 0{,}05)\, 0{,}25 = 0{,}297$ *м*.

6. Определяем α и β при утолщении панели с 0,233 до 0,297 *м*: $\alpha=0$; $\beta = 2 \cdot 0{,}25\, (1{,}37 - 1{,}11) = 0{,}16$ (п. 17.6).

В величину A следует добавить $0{,}14 \cdot 0{,}16 = 0{,}01$; ввиду незначительности этой величины ее в данном случае возможно не учитывать.

7. Определяем соотношение $R_0^{опт}$ и $R_0^{тр}$; $\delta_{опт}$ и $\delta_{тр}$;

$$R_0^{опт} = \frac{1{,}37}{1{,}11}\ R_0^{тр} = 1{,}22 R_0^{тр};\ \delta_{опт} = \frac{0{,}297}{0{,}233} = 1{,}28\, \delta_{тр}.$$

8. Определяем соотношение $\delta_{опт.ун}$ и $\delta_{тр.ун}$: $\delta_{опт.ун}=0{,}30$ *м*; $\delta_{тр.ун}=0{,}24$ *м*; $\delta_{опт.ун} : \delta_{тр.ун} = 1{,}25$.

Пример 2. Исходя из условий примера 1 определить соотношение $\delta_{опт}$ и $\delta_{тр}$; $\delta_{опт.ун}$ и $\delta_{тр.ун}$, если здание возводится в нормальной зоне ($\lambda=0{,}30$).

$$\delta_{тр} = (1{,}11 - 0{,}133 - 0{,}05)\, 0{,}3 = 0{,}28\ м;$$

$$П = \left[5{,}23 \frac{0{,}30}{0{,}25} R_0 + \frac{0{,}22\, (18 + 27)}{R_0}\right] \text{минимум};$$

$$R_0^{опт} = 1{,}26\ м^2 \cdot м \cdot град/ккал;$$

$$\delta = 0{,}324\ м = 1{,}15 \delta_{тр};$$

$$\delta_{опт.ун} : \delta_{тр.ун} = 0{,}36 : 0{,}30 = 1{,}2.$$

Пример 3. Определить $R_0^{опт}$ и $\delta_{опт}$ стеновой панели исходя из условий примера 1, если теплоснабжение зданий будет осущест-

вляться от работающей на антраците котельной с тремя котлами ДКВР 6,5—13. Определяем $Б$ по формуле (147):

$$d = 0{,}01 \text{ (табл. 77)}; \quad e = 0{,}013 \text{ (табл. 78)};$$

$$C_т = 17{,}4 \text{ (табл. 80)}; \quad N = 9 \text{ квт·ч/Гкал (п, 17.7)};$$

$$g = 0{,}319 \cdot 10^{-6} \text{ (табл. 82)};$$

$$C_э = 0{,}015 \text{ руб/квт·ч};$$

$$Б = (1{,}16 + 0{,}06 \cdot 10)\, 0{,}014 + 1{,}15\,(1{,}16 + 0{,}12 \cdot 10)\,(0{,}01 + 0{,}013) +$$

$$+ \frac{1{,}16\,(18 + 4{,}2)\,4872 \cdot 35{,}9}{(18 + 27)\,6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}75} + 0{,}2 \cdot 0{,}017 +$$

$$+ \frac{1{,}16\,(18 + 4{,}2)\,4872 \cdot 17{,}4 \cdot 10}{(18+27)\,6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}75} + 1{,}15 \cdot 1{,}16 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 4872 \cdot 0{,}015 +$$

$$+ 1{,}3 \cdot 1{,}16 \cdot 10 \cdot 0{,}319 \cdot 10^{-6}\,(4872 + 600) = 0{,}246;$$

$$П = \left[5{,}23 R_o + \frac{0{,}246\ (18 + 27)}{R_o}\right] \text{минимум};$$

$$R_o^{опт} = 1{,}46 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал};$$

$$\delta_{опт} = 0{,}32 \text{ м}; \quad \delta_{опт.ун} = 0{,}36 \text{ м}.$$

Пример 4. Определить соотношения $R_o^{опт}$ и $R_o^{тр}$; $\delta_{опт}$ и $\delta_{тр}$; $\delta_{опт.ун}$ и $\delta_{тр.ун}$ исходя из условий примера 2 для стен общественного здания ($\Delta t^н = 7°$). $R_o^{опт} = 1{,}26$; $\delta_{опт} = 0{,}324$ м; $R_o^{тр} = \dfrac{18 + 32}{7{,}5 \cdot 7} = 0{,}96$ м²·ч·град/ккал; $\delta_{тр} = 0{,}234$ м; $R_o^{опт} : R_o^{тр} = 1{,}26 : 0{,}96 = 1{,}32$; $\delta_{опт} : \delta_{тр} = 0{,}324 : 0{,}234 = 1{,}39$; $\delta_{опт.ун} : \delta_{тр.ун} = 0{,}36 : 0{,}24 = 1{,}5$.

Пример 5. Определить $R_o^{опт}$ и $\delta_{опт}$ совмещенной кровли общественного здания в Москве с сезонным кондиционированием воздуха в помещениях. Кровля состоит из железобетонной плиты толщиной 10 см ($\lambda = 1{,}4$ ккал/м·ч·град), слоя утеплителя керамзита ($\gamma = 500$ кг/м, $\lambda = 0{,}18$) и слоя керамзитобетона толщиной 0,04 м ($\lambda = 0{,}45$).

Теплоснабжение здания будет осуществляться от газифицированной котельной с тремя котлами ДКВР 6,5. Застройка района, обслуживаемого котельной, пятиэтажная.

$$R_o^{тр} = \frac{(18 + 31)\,1 \cdot 1}{7{,}5 \cdot 5{,}5} = 1{,}19 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град/ккал}; \quad R_o = 0{,}133 + \frac{0{,}1}{1{,}4} +$$

$$+ \frac{\delta}{0{,}18} + \frac{0{,}04}{0{,}45} + 0{,}05 = 0{,}343 + 5{,}56\,\delta; \quad \delta = 0{,}18 R_o - 0{,}062 \text{м};$$

$$\delta_{тр} = 0{,}18 \cdot 1{,}19 - 0{,}062 = 0{,}16 \text{ м}.$$

Проверяем соответствие принятой расчетной наружной температуры степени массивности ограждений.

$$D = \frac{0{,}1 \cdot 13{,}4}{1{,}4} + \frac{0{,}16 \cdot 2{,}16}{0{,}18} + \frac{0{,}04 \cdot 5{,}5}{0{,}45} = 3{,}56 < 4.$$

Стоимость ограждения из керамзита (с учетом его расхода в количестве 1,3 $м^3$ на 1 $м^3$ слоя утеплителя и стоимости его укладки в конструкцию) 12 *руб/м³ огражд.*, а величина сопряженных вложений в промышленность строительных материалов — $6{,}3 \cdot 1{,}3 = 8{,}7$ *руб · год/м³*.

$$A = (1 + 0{,}01 \cdot 10)\, 0{,}18 \cdot 12{,}0 + 0{,}14 \cdot 0{,}18 \cdot 8{,}7 = 2{,}62.$$

Без учета величины B (п. 17.15) $П = \left[2{,}62R_o + \dfrac{0{,}17(18+26)}{R_o}\right]$ минимум; $R_o^{опт} = 1{,}67$ *м² · ч · град/ккал*; $\delta_{опт} = 0{,}18 \cdot 1{,}67 - 0{,}562 = 0{,}238$ *м*; $\delta_{опт} : \delta_{тр} = 0{,}238 : 0{,}16 = 1{,}49$.

Холодильная установка фреоновая; $n_к = 12$ ($S_к = 125$ *т/руб/Гкал*); вентиляторные агрегаты $K_д = 8075$ ($N = 180$ *квт/Гкал/ч*); $m = 14$; $n' = 2400$ *ч/год*; $\Sigma J_к n' = 3700$ *ккал год/кг*; $C_х = 10{,}4$ *руб/Гкал* (табл. 85); $K = 1{,}15$; $\Delta t_р = 7°$; $t_н^л = 28{,}5°$; $t_в^л = 22°$; $t_н^{макс} = 35°$; $r = 0{,}5$.

$$q_{пер}^{o} = 296; \quad \alpha_н^{пер} = 9{,}25.$$

$$B = 1{,}05 \cdot 100\,000 + (1 + 0{,}01 \cdot 10)\,(170 + 94 \cdot 12)\,40 +$$
$$+ 1{,}2\,(1 + 0{,}22 \cdot 10)\,125\,000 + (1 + 0{,}11 \cdot 10)\,8000 +$$
$$+ 0{,}75 \cdot 180 \cdot 0{,}015 \cdot 2400 + 1{,}1 \cdot 0{,}2 \cdot 10{,}4 \cdot 14 \cdot 1{,}15 \cdot 0{,}14 \cdot 3700 =$$
$$= 913{,}8\, т/руб/Гкал/ч, \text{ или } 0{,}91\, руб/ккал/ч.$$

$$П = \left[2{,}62R_o + \frac{0{,}17(18+26) + 0{,}91\left(28{,}5 - 22 + \dfrac{0{,}5 \cdot 2{,}96}{9{,}26}\right)}{R_o}\right]_{минимум} =$$

$$= \left(2{,}62R_o + 28{,}0R_o^{-1}\right) \text{минимум}; \quad R_o^{опт} = 3{,}27\, м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$\delta_{опт} = 0{,}18 \cdot 3{,}27 - 0{,}062 = 0{,}53\ м;$$

$$\delta_{опт} : \delta_{тр} = 0{,}53 : 0{,}16 = 3{,}3.$$

По сравнению с расчетом данного перекрытия по зимнему режиму толщина слоя керамзита увеличилась на $\dfrac{(0{,}53 - 0{,}238)100}{0{,}238} = 128\%$.

Пример 6. Определить изменение $\delta_{опт}$ в примере 5, если в результате весьма значительного увеличения толщины слоя керамзита имеет место удорожание несущих конструкций; оно начинается при $R_o = 2{,}0$ и определяется зависимостью: $\alpha = 4{,}7$ ($R_o - 2{,}0$)

$$П = \left[2{,}62R_o + (1 + 0{,}01 \cdot 10)\, 4{,}7R_o + 28R_o^{-1} \text{ минимум};\right.$$

$$R_o^{опт} = 1{,}89\, м^2 \cdot ч \cdot град/ккал;$$

$$\delta_{опт} = 0{,}18 \cdot 1{,}89 - 0{,}062 = 0{,}28\ м;$$

$$\delta_{опт} : \delta_{тр} = 1{,}75.$$

Пример 7. Определить $R_o^{опт}$ и $\delta_{опт}$ однослойной керамзитобетонной стеновой панели $\gamma = 1000$ *кг/м³* для здания завода строительных материалов, находящегося в Московской области, при темпера-

туре внутреннего воздуха +15° С и относительной влажности 55%. Условия теплоснабжения — по примеру 5, а величины $S^{м^3}$ и $K^{м^3}_{с.м}$ — по примеру 1. Принимаем $t_н = -31°$ С.

$$R_o^{тр} = \frac{(15+31)\,1\cdot 1}{7{,}5\cdot 8} = 0{,}77\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал;$$

$$\delta_{тр} = (0{,}77 - 0{,}133 - 0{,}05)\,0{,}03 = 0{,}177\ м;$$

$D = \frac{0{,}172\cdot 3{,}61}{0{,}3} < 4$, и, следовательно, наружная температура принята правильно.

$$A = (1 + 0{,}015\cdot 7)\,0{,}3\cdot 17{,}06 + 0{,}14\cdot 0{,}3\cdot 15{,}0 = 6{,}33;$$

$$Б = (1{,}16 + 0{,}06\cdot 7)\,0{,}007 + 1{,}15\,(1{,}16 + 0{,}12\cdot 7)\,0{,}007 + \frac{1{,}16\,(15+3{,}7)\,5088\cdot 32}{(18+26)\,6\cdot 10^6\cdot 0{,}85} + 0{,}2\cdot 0{,}008 + \frac{1{,}16\,(15+3{,}7)\,5088\cdot 11{,}5\cdot 7}{(18+26)\,6\cdot 10^6\cdot 0{,}75} + 1{,}15\cdot 1{,}16\cdot 18\cdot 7\cdot 10^{-6}\cdot 5088\cdot 0{,}015 + 1{,}3\cdot 1{,}16\cdot 7\cdot 0{,}124\cdot 10^{-6}\,(5088+600) = 0{,}12\,5$$

$$П = \left[6{,}33 R_o + \frac{0{,}125\,(15+26)}{R_o}\right] \text{минимум};\quad R_o^{опт} = 0{,}9;$$

$$\delta_{опт} = (0{,}9 - 0{,}183)\,0{,}3 = 0{,}21\ м;$$

$$\alpha = 0;\quad \beta \approx 0;\quad \delta_{опт} = 0{,}21 : 0{,}177\delta_{тр} = 1{,}19\delta_{тр}.$$

Пример 8. Исходя из условий примера 7 определить соотношение $\delta_{опт}$ и $\delta_{тр}$, если относительная влажность воздуха в помещениях менее 50% ($\Delta t^н = 10$ °С, $\lambda = 0{,}25$). $R_o^{тр} = \frac{15+31}{7{,}5\cdot 10} = 0{,}61\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $\delta_{тр} = (0{,}61 - 0{,}183)\,0{,}25 = 0{,}107\ м$; $П = \left[6{,}33\frac{0{,}25}{0{,}30} R_o + \frac{0{,}125\,(15+26)}{R_o}\right]$ минимум; $R_o^{опт} = 0{,}98\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $\alpha = 0$; $\beta = 2\cdot 0{,}25\,\frac{0{,}98 - 0{,}61}{0{,}61} = 0{,}3$, $П = \left[\left(6{,}33\frac{0{,}25}{0{,}30} + \frac{0{,}3}{7}\right) R_o + \frac{0{,}125\,(15+26)}{R_o}\right]$ минимум; $R_o^{опт} = 0{,}97\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $\delta_{опт} = (0{,}97 - 0{,}183)\,0{,}25 = 0{,}197\ м = 1{,}84\,\delta_{тр}$.

Пример 9. Исходя из условий примера 7 определить соотношение $\delta_{опт}$ и $\delta_{тр}$, если относительная влажность воздуха в помещениях равна 70% ($\tau_р = 9{,}8°$); $\Delta t^н = t_в - \tau_р = 15 - 9{,}8 = 5{,}2°$; $R_o^{тр} = \frac{15+31}{7{,}5\cdot 5{,}2} = 1{,}18\ м^2\cdot ч\cdot град/ккал$; $\delta_{тр} = 0{,}3\ м$; $\delta_{опт} = 0{,}21:$

Следовательно, необходимо принимать $\delta_{тр}$.

Пример 10. Определить $R_0^{опт}$ и $\delta_{опт}$ стены жилого здания из обыкновенного глиняного обожженного кирпича на легком растворе исходя из условий примера 1. $\lambda=0{,}55$ *ккал/м·ч·град*; $K_{с.м}^{м^3} = 3$ *руб·год/м*^{3}; $S_{огр}^{м^3} = 23$ *руб/м*^{3}; $R_0 = 0{,}183 + \frac{1}{0{,}55} = 0{,}183 + 1{,}81\,\delta$; $\delta = \frac{R_0 - 183}{1{,}81}$; $A = [(1 + 0{,}01 \cdot 10)\,23 + 0{,}14 \cdot 3]\,0{,}55 = 14{,}15$;

$П = \left[14{,}15R_0 + \frac{0{,}22\,(18 + 27)}{R_0}\right]$ минимум; $R_0^{опт} = 0{,}84$ *м*^{2}*·ч·град/ккал*. Следовательно, толщину стены следует принимать исходя из величины $\delta_{тр} = \frac{1{,}11 - 0{,}183}{1{,}81} = 0{,}51$ *м*.

II. **Выбор экономически наиболее целесообразного варианта наружного ограждения**

Пример 11. Выбрать экономически более целесообразный вариант стены жилого здания исходя из условий примера 1; возможно применение однослойной керамзитобетонной панели и кирпичной стены.

Для керамзитобетонной панели (пример 1) $R_0^{опт.ун} = \frac{\delta_{опт.ун}}{\lambda} + 0{,}183 = \frac{0{,}30}{0{,}25} + 0{,}183 = 1{,}38$ *м*$^2 \cdot$ *ч·град/ккал*.

Полная стоимость панели состоит из стоимости ее заводского изготовления, транспорта и монтажа — 9,50 *руб/м*^{2} *огражд.*, в том числе заработная плата рабочих и стоимость работы механизмов 1,5 *руб/м*^{2} *огражд.* и накладных расходов в размере $1{,}50 \times 0{,}80 = 1{,}20$ *руб/м*^{2} *огражд.*; $S_{огр}^{полн} = 9{,}50 + 1{,}20 = 10{,}70$ *руб/м*^{2} *огражд.*

Дополнительно к определенным в примере 1 капиталовложениям в промышленность строительных материалов (15 *руб/м*^{3} *огражд.*) следует учесть вложения в затрачиваемый металл в размере 0,04 *т/м*^{3} *огражд.* по 180 *руб/т*.

$$K_{с.м} = (15 + 180 \cdot 0{,}04)\,0{,}3 = 6{,}6\ руб/м^2\ огражд.$$

Вложения в завод, выпускающий панели, допустимо усреднить и принять 33 *руб/м*^{3} *огражд.*

$$K_{зав} = 33 \cdot 0{,}3 = 9{,}90\ руб/м^2\ огражд.;$$

$$K_{тр} = (0{,}64 + 0{,}347 \cdot 40)\,1{,}2\ т/м^3 \cdot 0{,}3 : 100 = 0{,}05\ руб/м^2\ огражд.,$$

$$П = 10{,}7 \cdot 1{,}1 + 0{,}14\,(6{,}6 + 9{,}9 + 0{,}05) + \frac{0{,}22\,(18+27)}{1{,}38} = 21{,}29\ руб/м^2\ огражд.$$

Для кирпичной стены на легком растворе (пример 10) $\delta_{тр}=0{,}51$ *м*; $R_o=0{,}183+1{,}81\cdot0{,}51=1{,}09$ *м²·ч·град/ккал*.

Стоимость кирпичной стены 22 *руб/м³*, в том числе заработная плата рабочих и стоимость эксплуатации механизмов 3,98 *руб/м³*.

$$S_{огр}^{полк}=(22{,}0+3{,}98\cdot0{,}80)\,0{,}51=12{,}90\ руб/м^3\ огражд.$$

Капиталовложения в промышленность строительных материалов состоят из вложений в кирпичные заводы — 0,05 *руб/шт* или $0{,}05\times420=21{,}0$ *руб/м³ огражд.*; растворные узлы 7 *руб/м³* или $0{,}3\times7=2{,}1$ *руб/м³ огражд.*; песок $0{,}1\cdot12$ *руб/т*$=1{,}2$ *руб/м³ огражд.*; цемент $0{,}1\cdot25{,}8$ *руб/м*$=2{,}58$ *руб/м³ огражд.*; $K_{тр}=0{,}34$ *руб/м³ огражд.* Суммарные капиталовложения равны: $28{,}22\cdot0{,}51=14{,}4$ *руб/м³ огражд.*

$$П=12{,}9\cdot1{,}1+0{,}14\cdot14{,}4+\frac{0{,}22\,(18+27)}{1{,}09}=25{,}27\ руб/м^2\ огражд.$$

Следовательно, в данных условиях наиболее целесообразна трехслойная панель с минераловатным утеплителем.

Пример 12. Исходя из условия примера 1 определить экономически наиболее целесообразный из трех возможных вариантов заполнения оконных проемов жилого здания: а) одинарный переплет (двойное остекление), $R_o=0{,}40$ *м²·ч·град/ккал*; б) двойной переплет (двойное остекление), $R_o=0{,}44$ *м²·ч·град/ккал*; в) двойной переплет (тройное остекление), $R_o=0{,}6$ *м²·ч·град/ккал*. Стоимость заполнения $S_{зап}$ соответственно равна 16,9; 18,0 и 24 *руб/м² зап.* $A=0{,}05$ $S_{зап}=0{,}85$; 0,90 и 1,10 *руб/м² зап. год*;

$$П_а=16{,}9\cdot1{,}5+\frac{0{,}22\,(18+27)}{0{,}4}=50{,}15\ руб/м^2\ огражд.;$$

$$П_б=18{,}0\cdot1{,}5+\frac{0{,}22\,(18+27)}{0{,}44}=47{,}5\ руб/м^2\ огражд.;$$

$$П_в=24\cdot1{,}5+\frac{0{,}22\,(18+27)}{0{,}6}=52{,}5\ руб/м^2\ огражд.$$

Следовательно, наиболее целесообразен двойной переплет с двойным остеклением.

Пример 13. Исходя из условий примеров 1 и 11 определить целесообразность увеличения освещенности помещений по сравнению с минимально допустимой. Заполнение — двойной переплет (двойное остекление).

Полная стоимость 1 *м²* стены при $R_o^{опт.ун}=1{,}39$ *м²·ч·град/ккал* равна 20 *руб/м²*; $П_{зап}=47{,}5$ *руб/м² огражд.*; $П_{ст}=20\cdot1{,}1+\frac{0{,}22(18+27)}{1{,}39}=29{,}7$ *руб/м² огражд.*

Следовательно, увеличение освещенности помещений экономически целесообразно.

ПРИЛОЖЕНИЕ I (к главе 2)

Фактурная и цветная отделка крупных панелей и блоков

1. Лицевая отделка крупных панелей и блоков производится в процессе их изготовления на домостроительных комбинатах. Заводская отделка панелей и блоков должна обеспечивать им такую готовность долговечного внешнего вида, чтобы фасад здания после монтажа не требовал каких-либо дополнительных отделочных работ, кроме обработки швов в стыках панелей или блоков

2. Классификация способов отделки панелей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Способ отделки	Вид панелей	Возможная фактурная обработка
1. Фактурная обработка обычного (конструктивного) бетона	Железобетонные слоистые панели, в том числе вибропрокатные	Пластичный рельеф, мелко- и среднебугристая (фрезерованная), гладкая (шлифованная)
2. Отделка из цветного бетона:		
а) нанесением на конструктивный бетон лицевого слоя из цветного бетона или раствора	Панели железобетонные слоистые (исключая вибропрокатные). Панели из легкого и ячеистого бетона, силикатные панели	Пластичный рельеф формованием на матрицах или накаткой валиком, мелко- и среднебугристая (механическая обработка)
б) формованием железобетонной наружной плиты стеновой панели и складчатой панели марша	Панели железобетонные слоистые с толщиной плиты до 50 *мм*	То же, что п. 1

Продолжение табл. 1

Способ отделки	Вид панелей	Возможная фактурная обработка
3. Отделка внедрением зерен дробленого камня (присыпка и прикатка)	Панели железобетонные, бетонные и из легкого бетона	Рельефная каменистая (при полном втапливании зерен с последующей расчисткой)
4. Мозаичная облицовка панелей коврами из керамики, стекла и плиток природного камня:	Железобетонные слоистые, из легкого бетона	Гладкая со швами и без швов
а) в процессе формования панели		
б) после затвердения бетона приклейкой ковров на пластике из полимерцемента		
5. Покрытие поверхности бетона после термовлажностной обработки тонким слоем цветного раствора на основе полимерцемента	Все виды панелей	Гладко-матовая мелкобугристая, рифленая

Материалы для отделки панелей

1) Цветные цементы — заводская смесь белого портландцемента со светло-щелочестойкими пигментами (свойства и требования см. главу СНиП I-В.2-62) марки 300 и 400.

2) Белый портландцемент (ГОСТ 965—41) марки 300, 400 и 500.

3) Портландцемент (ГОСТ 10178—62) марки 300, 400 и 500.

4) Добавки к цементам — пластифицирующие, гидрофобизирующие ускорители твердения, усилители сцепления слоев (ПВА).

5) Известь-пушенка (ГОСТ 9179—59) для отделки силикатных панелей и блоков.

6) Горные породы, обладающие декоративными свойствами: светлотой тона, цветом, кристалличностью, как-то: дробленые в щебень и песок известняки, доломиты, мраморы, граниты, кварциты, туфы и т. п., а также гравий, галька и природный песок.

В качестве заполнителей цветного бетона горные породы должны иметь предел прочности на сжатие не менее 200, для отделки дробленым камнем и галькой — втапливанием не менее 400.

Таблица 2

Крупность зерен горных пород

Назначение	Толщина слоя в *мм*	Крупность в *мм*	
		щебень	песок
1. Для плотных цветных бетонов и растворов	20	5—10	0,15—5,0
	40—50	5—20	0,15—5,0
	100	—	0,15—5,0
2. Для отделки втапливанием зерен камня	20	5—10	—
	50	10—20	—
	100	20—40	—
3. Для терраццевых изделий со шлифованной поверхностью (панели маршей и площадок), панели вестибюлей	15	5—10 5—20	2,5—5,0
4. Для пористых лицевых слоев:			
а) цветной раствор	10—15	—	0,15—5,0
б) втапливанием зерен . . .	—	5—20	—
5. Для тонкослойных покрытий в виде паст на основе полимерцемента	3—5	—	0—1,2
	1—3	—	0—0,3

Таблица 3

Физико-технические свойства составов отделочных слоев панелей

Наименование	Марка бетона	Водопоглощаемость	Морозостойкость
1. Для фактурной отделки из обычного бетона и из конструктивного цветного бетона	Соответствует требованиям к конструктивному бетону	Не более 12%	Не менее 35 циклов
2. Для лицевых слоев железобетонных панелей	То же	То же	То же
3. Для лицевых слоев панелей из легкого и ячеистого бетона	По отношению к марке бетона панели 100—200%	Не более 15%	Не менее 25 циклов
4. Для тонких слоев из пасты полимерцемента	50—70 *кг/см²*	Не более 8%	То же

Таблица 4

Примерные составы бетонов при отделке наружных стеновых панелей (на 1 $м^3$ бетона)

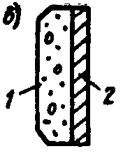
Вид отделки панелей	Для плотного бетона		Расход заполнителя в $м^3$				
			для плотного бетона		для пористого бетона		
	марка	расход в *кг*	0,15—20,0	0,15—10,0	0,6—10,0	2,5—10,0	0,15—6,0
1. Лицевые железобетонные плиты слоистых панелей толщиной 25—50 *мм*	300—400	300	0,95	—	—	—	—
2. То же, с толщиной плиты 20—25 *мм* (в том числе вибропрокатные)	450—600	600—650	—	0,9	—	—	—
3. Лицевые слои толщиной 10—15 *мм* железобетонных (слоистых) панелей	300—400	350—400	—	0,95	—	—	—
4. Лицевые слои толщиной 15—20 *мм* панелей из легкого бетона	200—400	250—300	—	—	1,05	—	—
5. Терраццевый слой толщиной 15—20 *мм* панелей маршей и площадок	300—400	450—500	—	—	—	0,95	—
6. Для панелей силикатного и ячеистого бетона лицевой слой толщиной 10—15 *мм*	300—400	350—400	—	—	—	—	0,95

Примечания: 1. Цифры расхода цемента и его марка относятся как к цветным цементам, так и к белому и обычному портландцементу.

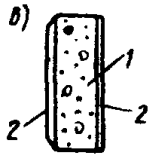
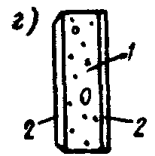
2. Заполнитель применяется из одной породы, поэтому песчаные фракции и щебень не разделены (детально см. главу СНиП I-В.1-62).

ПРИЛОЖЕНИЕ Iа (к главе 3)

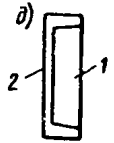
Крупноразмерные панели для наружных стен производственных зданий по материалам серий СТ-02-13; СТ-02-25; Тр-50; Тр-51 Ленинградского промстройпроекта и серий СТ-02-11 и СТ-02-18 Гипротиса)

Тип панели	Характеристика материала	Толщина стены a	Коэффициенты					
			R_1	R_2	D_1	D_2	ψ_2	ν_2 (m=0,1)
Однослойная панель из ячеистого бетона а) 	1. Автоклавный ячеистый бетон, γ=700 *кг/м*³: λ_1=0,19; λ_2=0,23; S_1=2,63; S_2=2,77	160	1,03	0,88	2,2	1,9	5,2	7,3
		200	1,23	1,05	2,8	2,4	6,2	10,4
		240	1,34	1,22	3,3	2,9	7,2	14,0
		300	1,76	1,42	4,1	3,6	7,5	23,5
		400	2,28	1,92	5,5	4,8	7,5	2,5
Двухслойная панель из ячеистого бетона б)  	1. Автоклавный ячеистый бетон, γ=700 *кг/м*³: λ_1=0,19; λ_2=0,23; S_1=2,63; S_2=2,77 2. Бетон, γ=2400 *кг/м*³: λ_1=1,05; λ_2=1,25; S_1=11,48; S_2=12,5	160	0,88	0,75	8,1	1,9	5,1	5,9
		200	1,08	0,93	2,8	2,3	6,3	8,2
		240	1,30	1,10	3,2	2,8	7,4	11,3
		300	1,62	1,36	4,0	3,5	7,5	18,3
		400	2,09	1,81	5,3	4,8	7,5	2,5

Продолжение

Тип панели	Характеристика материала	Толщина стены a	Коэффициенты					
			R_1	R_2	D_1	D_2	ψ_2	ν_2 (m=0,1)
Однослойная панель из керамзитобетона в)  	1. Керамзитобетон, γ=900 *кг/м*³: λ_1=0,23; λ_2=0,28; S_1=3,25; S_2=3,59 2. Фактурный слой, γ=1600 *кг/м*³: λ_1=0,55; λ_2=0,60; S_1=6,76; S_2=7,06	160 200 240 300 400	0,80 0,98 1,15 4,41 1,85	0,70 0,84 0,98 1,20 1,55	2,2 2,8 3,3 4,2 5,6	2,0 2,7 3,0 3,8 5,1	4,4 5,7 6,1 7,4 7,5	6,6 12,7 14,6 12,5 25,0
Трехслойная панель из керамзитобетона г)  	1. Крупнопористый керамзитобетон, γ=700 *кг/м*³: λ_1=0,18; λ_2=0,23; S_1=2,53; S_2=2,86 2. Плотный керамзитобетон, γ=1600 *кг/м*³: λ_1=0,55; λ_2=0,60; S_1=6,76; S_2=7,06	160 200 240 300 400	0,81 1,03 1,26 1,59 2,14	0,69 0,86 1,04 1,30 1,74	2,1 2,7 3,3 4,1 5,5	1,9 2,4 2,9 3,7 4,9	4,5 5,6 6,8 7,5 7,5	6,2 9,1 12,9 22,0 2,5

Продолжение

Тип панели	Характеристика материала	Толщина стены a	Коэффициенты					
			R_1	R_2	D_1	D_2	ψ_2	ν_2 ($m=0,1$)
Двухслойная панель из перлитобетона д)  	1. Перлитобетон, $\gamma=700$ кг/м³: $\lambda_1=0,15$; $\lambda_2=0,18$; $S_1=2,33$; $S_2=2,59$ 2. Перлитобетон, $\gamma=900$ кг/м³: $\lambda_1=0,21$; $\lambda_2=0,25$; $S_1=3,10$; $S_2=3,42$	160	1,21	1,04	2,5	2,3	6,1	9,4
		200	1,48	1,26	3,1	2,9	7,3	14,4
		240	1,85	1,48	3,7	3,4	7,5	20,6
		300	2,14	1,81	4,6	4,3	7,5	25,0
		400	2,82	2,37	6,2	5,7	7,5	25,0

Продолжение

Тип панели	Характеристика материала	Толщина стены a	Коэффициенты					
			R_1	R_2	D_1	D_2	ψ_2	ν_2 (m=0,1)
Трехслойная панель из перлитобетона	1. Перлитобетон, γ=700 *кг/м*³: λ_1=0,15; λ_2=0,18; S_1=2,33; S_2=2,59 2. Перлитобетон, γ=900 *кг/м*³: λ_1=0,21; λ_2=0,25; S_1=3,10; S_2=3,42	160	1,14	0,98	2,5	2,3	5,9	9,2
		200	1,40	1,20	3,1	2,8	7,3	12,9
		240	1,67	1,42	3,7	3,4	7,5	19,9
		300	2,07	1,75	4,7	4,3	7,5	25
		400	2,73	2,31	6,2	5,7	7,5	25
Однослойная панель из термозитобетона (перлитобетона)	1. Термозитобетон, γ=1500 *кг/м*³: λ_1=0,38; λ_2=0,45; S_1=5,38; S_2=5,93 2. Фактурный слой, γ=1600 *кг/м*³: λ_1=0,55; λ_2=0,60; S_1=6,76; S_2=7,06	160	0,59	0,53	2,2	2,1	3,6	5,7
		200	0,70	0,62	2,8	2,6	4,1	8,1
		240	0,80	0,71	3,4	3,1	4,7	11,5
		300	0,96	0,84	4,2	3,9	5,6	19,9
		400	1,22	1,06	5,6	5,3	7,1	25
Однослойная панель из термозитобетона	Термозитобетон, γ=1200 *кг/м*³: λ_1=0,30; λ_2=0,35; S_1=4,35; S_2=4,68	160	0,72	0,64	2,3	2,1	4,2	6,4
		200	0,86	0,75	2,9	2,7	4,9	9,3
		240	0,98	0,87	3,5	3,2	5,6	13,4
		300	1,18	1,04	4,3	4,0	6,8	23,4
		400	1,51	1,32	5,8	5,4	7,5	25

Продолжение

Тип панели	Характеристика материала	Толщина стены a	Коэффициенты					
			R_1	R_2	D_1	D_2	ψ_2	ν_2 (m=0,1)
Трехслойная панель из термозитобетона	1. Термозитобетон, γ=1200 *кг/м*³: λ_1=0,30; λ_2=0,35; S_1=0,33; S_2=4,68 2. Термозитобетон, γ=1800 *кг/м*³: λ_1=0,45; λ_2=0,60; S_1=6,37; S_2=7,50	160	0,64	0,56	2,3	2,1	3,8	5,8
		200	0,77	0,67	2,9	2,6	4,5	8,2
		240	0,91	0,78	3,4	3,2	5,3	12,2
		300	1,11	0,96	4,3	4,0	6,4	21,4
		400	1,44	1,24	5,8	5,3	7,5	25
Трехслойная панель из железобетона	1. Бетон, γ=2400 *кг/м*³: λ_1=1,05; λ_2=1,25; S_1=11,48; S_2=12,5 2. Неавтоклавный бетон, γ=500 *кг/м*³: λ_1=0,14; λ_2=0,15; S_1=1,86; S_2=1,97	160	0,92	0,87	2,0	1,9	6,6	13
		200	1,20	1,10	2,5	2,4	7,5	18,9
		240	1,48	1,37	3,1	3,0	7,5	25
		300	1,94	1,76	3,9	3,8	7,5	25
		400	2,56	2,40	5,2	5,1	7,5	25

Примечания: 1. Выбор конструкций панелей принят по серии 13.23 Лен. ПСП. «Унификация конструкций стеновых панелей и деталей крепления при шаге колонн 6 и 12 *м* в различных температурно-влажностных режимах».

2. Значения ν_2 величины затухания колебания температур наружного воздуха определены при скорости ветра 4 *м/сек*.

Расчетные теплотехнические показатели однослойных стеновых панелей из легких и ячеистых бетонов (жилые помещения, больницы, поликлиники, детские ясли-сады и школы)

(Нормальный влажностный режим помещений $\varphi_в = 50 \div 60\%$)

Толщина панели, включая отделочный слой толщиной 2 *см*	Стандартный объемный вес бетона в *кг/м³*	Сопротивление теплопередаче при нормальном режиме помещения в *м²·ч·град/ккал*	Характеристика тепловой инерции *D*	Предельная температура применения панели в *град* в нормальной зоне влажности наиболее холодных	
				суток	трехдневки
I. Керамзитобстонные					
25	800	1,13	3,3	—33	—
	800	1,33	3,83	—42	—
	900	1,23	3,88	—37	—
30	1000	1,14	3,91	—33	—
	1100	1,01	3,53	—27	—
	1200	0,91	3,51	—23	—
35	800	1,53	4,48	—	—51
	900	1,41	4,53	—	—45
	1000	1,31	4,58	—	—41
	1100	1,15	4,13	—	—34
	1200	1,30	4,10	—	—28
II. Перлитобетонные					
25	700	1,49	3,91	—49	—
	800	1,28	3,61	—38	—
30	700	1,76	4,68	—	—51
	800	1,48	4,33	—	—48
	900	1,33	4,05	—	—42
	1000	1,21	4,05	—	—36
	1100	1,09	3,95	—31	—
	1200	1,01	3,99	—27	—
35	700	2,04	5,48	—	—74
	800	1,71	5,03	—	—59
	900	1,53	4,73	—	—50
	1000	1,39	4,73	—	—44

Продолжение

Толщина панели, включая отделочный слой толщиной 2 *см*	Стандартный объемный вес бетона в *кг/м*³	Сопротивление теплопередаче при нормальном режиме помещения в *м*²·*ч*·*град*/*ккал*	Характеристика тепловой инерции *D*	Предельная температура применения панели в *град* в нормальной зоне влажности наиболее холодных	
				суток	трехдневки
35	1100	1,24	4,03	—	—37
	1200	1,15	4,03	—	—33
III. Термозитобетонные (шлакопемзобетонные)					
25	1000	0,97	3,25	—26	—
	1100	0,91	3,29	—23	—
	1200	0,87	3,31	—21	—
30	1000	1,13	3,88	—33	—
	1100	1,07	3,95	—30	—
	1200	1,01	3,98	—27	—
	1300	0,95	3,98	—25	—
	1400	0,91	4,01	—	—23
35	1000	1,31	4,58	—	—41
	1100	1,22	4,63	—	—37
	1200	1,15	4,63	—	—34
	1300	1,09	4,63	—	—31
	1400	1,03	4,68	—	—26
40	1000	1,48	5,20	—	—48
	1100	1,39	5,33	—	—44
	1200	1,30	5,33	—	—40
	1300	1,21	5,33	—	—36
	1400	1,16	5,38	—	—34
IV. Аглоперлитобетонные (шлакобетонные на котельных шлаках)					
25	1000	0,87	3,03	—21	—
	1200	0,72	2,93	—24	—

Продолжение

Толщина панели, включая отделочный слой толщиной 2 *см*	Стандартный объемный вес бетона в *кг/м*³	Сопротивление теплопередаче при нормальном режиме помещения в *м*²·*ч*·*град*/*ккал*	Характеристика тепловой инерции *D*	Предельная температура применения панели в *град* в нормальной зоне влажности наиболее холодных	
				суток	трехдневки
30	1000	1,01	3,63	—27	—
	1200	0,83	3,53	—20	—
	1400	0,72	3,51	—14	—
35	1000	1,15	4,25	—	—34
	1200	0,94	4,13	—	—24
	1400	0,81	4,08	—	—18
40	1000	1,80	4,83	—	—40
	1200	1,05	4,75	—	—29
	1400	0,90	4,63	—	—22

V. Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат, пеносиликат)

20	600	1,29	2,60	—40	—
	700	1,13	2,63	—33	—
	800	0,98	2,55	—26	—
	900	0,86	2,50	—20	—
	1000	0,75	2,45	—16	—
25	600	1,57	3,28	—52	—
	700	1,37	3,30	—43	—
	800	1,18	3,20	—35	—
	900	1,01	3,10	—27	—
	1000	0,89	3,04	—22	—
30	600	1,85	3,90	—65	—
	700	1,61	3,95	—54	—
	800	1,38	3,83	—44	—
	900	1,18	3,72	—35	—
	1000	1,04	3,66	—29	—

Расчет влажностного режима ограждающих конструкций в нестационарных условиях

Расчет влажностного режима ограждающих конструкций имеет целью определение изменения влажности материалов конструкций в процессе эксплуатации здания.

Для расчета необходимо иметь следующие влажностные показатели строительных материалов:

коэффициент паропроницаемости μ в *г/м · ч · мм рт. ст.* (принимается по данным табл. 28[1];

сопротивление паропроницанию $R_п$ в $м^2 \cdot ч \cdot мм$ *рт. ст./г* для тонких слоев и листовых материалов (принимается согласно приложению Vв);

изотерму сорбции, дающую зависимость весовой влажности материала ($W_в$ %) от относительной влажности воздуха (φ %). (Изотерма сорбции строится по данным приложения IV. Пример изотермы сорбции приведен на рис. 69);

относительную пароемкость ξ_0 в *г/кг*, определяемую по изотерме сорбции. Относительная пароемкость является переменной величиной, зависящей от относительной влажности воздуха φ. Определение величины ξ_0 делается следующим образом. Через точку изотермы, соответствующую данному значению φ (см рис. 69), проводится касательная к изотерме, отсекающая на вертикали, проходящей через точку $\varphi = 100\%$, влажность $W_в$ и пересекающая ось абсцисс в точке φ_0. Величина ξ_0 вычисляется по формуле

$$\xi_0 = \frac{W_в}{100 - \varphi_0} 1000 \text{ г/кг}. \qquad (1)$$

По полученным величинам ξ_0 для различных значений строится график зависимости ξ_0 от φ, которым пользуются при расчете (см. рис. 70).

В расчете принимаются следующие показатели внутреннего и наружного воздуха:

температура внутреннего воздуха $t_в$, соответствующая данному помещению;

температура наружного воздуха $t_н$, средняя за тот период, для которого ведется расчет влажностного режима [для совмещенных покрытий $t_{у.ср}$ с учетом солнечной радиации, определяемая по формуле (32), разд. 7, главы СНиП II-А.7-62];

упругость водяного пара внутреннего воздуха $e_в$, определяется по его температуре и относительной влажности по формуле

$$e_в = \frac{E_в \varphi_в}{100} \text{ мм рт. ст.}, \qquad (2)$$

где $E_в$ — максимальная упругость водяного пара в *мм рт. ст.*, соответствующая температуре $t_в$ (берется по приложению V);

$\varphi_в$ — относительная влажность внутреннего воздуха в %.

Упругость водяного пара наружного воздуха $e_н$ в *мм рт. ст.* принимается средней за период, для которого проводится расчет.

Расчет проводится следующим образом:

1. Материал ограждения, влажностный режим которого подлежит расчету, делится на слои одинаковой толщины Δx *м*. Плоскости, разделяющие слои, нумеруются в направлении от внутренней к наружной поверхности, принимая для внутренней поверхности ее номер нуль, для плоскости между 1-м и 2-м слоями — единицу и т. д.

2. Вычисляются температуры τ во всех плоскостях, разделяющих слои, соответствующие температурам внутреннего ($t_в$) и наружного ($t_н$) воздуха.

3. По температурам τ находят соответствующие максимальные упругости водяного пара E *мм рт. ст.* (по приложению V).

4. По начальной влажности материала и по его изотерме сорбции определяется относительная влажность воздуха φ в плоскостях, разделяющих слои, в начальный момент времени $z=0$.

5. По полученным значениям φ вычисляется упругость водяного пара e в соответствующих плоскостях по формуле

$$e = \frac{E\varphi}{100} \text{ мм рт. ст.} \tag{3}$$

6. По графику зависимости ξ_0 от φ определяется значение ξ_0 в соответствующих плоскостях. Полученные значения φ, e, ξ_0 соответствуют начальному моменту времени и записываются в расчетную таблицу (см. пример расчета) в строках для $z_0=0$.

7. Вычисляется максимальный допустимый расчетный интервал времени $\Delta z_{макс}$ по формуле

$$\Delta z_{макс} = \frac{\Delta x^2}{\frac{2\mu}{\xi_0 \gamma} E} \text{ ч}, \tag{4}$$

где γ — объемный вес материала в *кг/м*^{3}.

Величины ξ_0 и E, входящие в формулу (4), принимаются по плоскости 1. В расчете принимается интервал времени, меньший или равный $\Delta z_{макс}$.

Если ограждающая конструкция состоит из нескольких слоев различных материалов, влажностный режим которых подлежит расчету, то величины $\Delta z_{макс}$ определяются для каждого материала и расчетный интервал Δz принимается по минимальному из полученных значений $\Delta z_{макс}$.

8. Упругости водяного пара в соответствующих плоскостях через каждый интервал времени Δz вычисляются по следующим формулам:

а) в плоскости 0 по формуле

$$e_0 = \frac{R_{п.в}\, e_1 + R_{пΔ}\, e_в}{R_{п.в} + R_{пΔ}} \text{ мм рт. ст.}, \tag{5}$$

где $R_{п.в}$ — сопротивление паропроницанию от внутреннего воздуха до нулевой плоскости в *мм рт. ст.* · *ч* · *м*^{2}/*г*;

$R_{пΔ} = \frac{\Delta x}{\mu}$ — сопротивление паропроницанию слоя 0—1 толщиной Δx *м* в *мм рт. ст.* · *ч* · *м*^{2}/*г*.

Величины e_1 и $e_в$ берутся соответствующими предыдущему моменту времени:

б) в плоскостях раздела слоев по формуле

$$\Delta e_n = a\,(e_{n-1} - 2e_n + e_{n+1})\ \textit{мм рт. ст.}, \qquad (6)$$

где Δe_n — изменение упругости водяного пара в плоскости за интервал времени Δz;

e_n; e_{n-1}; e_{n+1} — упругости водяного пара в плоскости n и в соседних плоскостях в предыдущий момент времени;

$$a = \frac{\mu}{\xi_0 \gamma} \cdot \frac{\Delta z}{\Delta x^2} E_n.$$

При вычислении a величина ξ_0 берется соответствующей предыдущему моменту времени.

E_n — максимальная упругость водяного пара в этой плоскости;

в) в плоскости, разделяющей слои из различных материалов, по формуле

$$\Delta e_n = 2E_n\,\Delta z \times$$

$$\times \frac{\frac{\mu_1}{\Delta x_1}(e_{n-1} - e_n) - \frac{\mu_2}{\Delta x_2}(e_n - e_{n+1})}{\Delta x_1 \gamma_1 \xi_{0,1} + \Delta x_2 \gamma_2 \xi_{0,2}}\ \textit{мм рт. ст.}, \qquad (7)$$

где Δe_n — изменение упругости водяного пара в плоскости между двумя различными материалами за интервал времени Δz;

E_n — максимальная упругость водяного пара в этой плоскости;

μ_1; μ_2 — коэффициент паропроницаемости одного и другого соприкасающихся материалов;

Δx_1; Δx_2 — толщины элементарных слоев в *м*, на которые разбиты слои одного и другого материалов;

γ_1 и γ_2 — объемные веса этих материалов в *кг/м*^{3};

$\xi_{0,1}$ и $\xi_{0,2}$ — относительные пароемкости этих материалов, соответствующие предыдущему моменту времени;

e_n; e_{n-1} — упругость водяного пара в предыдущий момент времени в плоскости соприкосновения материалов и в плоскостях на расстоянии Δx_1 и Δx_2 от этой плоскости;

г) в плоскости, обращенной к наружной поверхности ограждающей конструкции, по формуле

$$\Delta e_n = \frac{2\Delta z}{\Delta x \gamma \xi_0} E_n \left(\frac{e_{n-1} - e_n}{R_{\text{п}\Delta}} - \frac{e_n - e_{\text{н}}}{R_{\text{п.н}}} \right)\ \textit{мм рт. ст.}, \qquad (8)$$

где Δe_n — изменение упругости водяного пара в плоскости, обращенной к наружной поверхности конструкции, за интервал времени Δz;

E_n — максимальная упругость водяного пара в этой плоскости;

$R_{\text{п}\Delta} = \frac{\Delta x}{\mu}$ — сопротивление паропроницанию слоя толщиной Δx, прилегающего к этой плоскости;

$R_{\text{п.н}}$ — сопротивление паропроницанию от плоскости n до наружного воздуха;

$e_в$ — упругость водяного пара наружного воздуха в *мм рт. ст.*

9. Расчет влажностного режима состоит в последовательном определении упругостей водяного пара во всех плоскостях через интервалы времени Δz по формулам (5) — (8). По полученным величинам упругости водяного пара e вычисляются относительные влажности φ по формуле

$$\varphi = \frac{e}{E} 100\%, \tag{9}$$

где E — максимальная упругость водяного пара в данной плоскости в *мм рт. ст.*

По полученным значениям φ определяются относительные пароемкости ξ_0 в соответствующих плоскостях по графику зависимости ξ_0 от φ.

Значения величин e, φ и ξ_0 записываются последовательно в расчетную таблицу (см. пример расчета).

10. Влажность материала в любой плоскости определяется по относительной влажности воздуха (φ) в ней и по изотерме сорбции.

11. Если в какой-либо из плоскостей упругость водяного пара окажется равной или большей максимальной упругости, соответствующей температуре этой плоскости, то это указывает на начало образования в ней конденсата. С этого момента упругость водяного пара в этой плоскости остается постоянной, равной максимальной, а влажность материала в этой плоскости вычисляется следующим образом.

Количество пара, притекающего к плоскости, в которой происходит конденсация влаги, от соседней плоскости, будет:

$$P_1 = \frac{e_{n-1} - E_n}{R_{п\Delta}} \Delta z \; г/м^2. \tag{10}$$

Количество пара, уходящего от этой плоскости, будет

$$P_2 = \frac{E_n - e_{n+1}}{R_{п\Delta}} \Delta z \; г/м^2, \tag{11}$$

где e_{n-1} и e_{n+1} — упругость водяного пара в соседних плоскостях;

E_n — максимальная упругость водяного пара в плоскости конденсации;

$R_{п\Delta}$ — сопротивление паропроницанию слоев толщиной Δx, примыкающих к плоскости конденсации.

Изменение влажности материала в плоскости конденсации за интервал времени Δz будет

$$\Delta W_n = \frac{P_1 - P_2}{10 \Delta x \gamma} \%, \tag{12}$$

где γ — объемный вес материала в *кг/м*^{3}.

Примечание. Если плоскостью конденсации является плоскость, обращенная к наружной поверхности ограждающей конструкции, то в формуле (11) вместо e_{n+1} берется $e_н$, т. е. упругость водяного пара наружного воздуха, и вместо $R_{п\Delta}$ берется $R_{п.н}$, т. е. сопротивление паропроницанию до наружного воздуха, а в формуле (12) вместо Δx — половина толщины слоя, т. е. 0,5 Δx.

Пример расчета

Рассчитать влажностный режим пенобетона в совмещенном покрытии прядильного цеха текстильной фабрики в г. Иваново (см. рис. 64) в течение зимнего периода.

Температура воздуха под покрытием $t_в = 24°$ С и его относительная влажность $\varphi_в = 60\%$, чему по формуле (2) соответствует упругость водяного пара $e_в = 22{,}38 \cdot 0{,}60 = 13{,}4$ *мм рт. ст.*

В г. Иванове зимний период (со средними месячными температурами ниже —5° С) составляет 4 месяца, с декабря по март включительно. По табл. 1 главы СНиП II-А.6-62 средняя температура этого периода равна — 9,4° С. По табл. 3 этой же главы средняя упругость водяного пара за этот период равна 2,2 *мм рт. ст.*, что выше максимальной упругости, соответствующей температуре — 9,4° С и равной 2,05 *мм рт. ст.*, поэтому принимаем $e_н = 2{,}0$ *мм рт. ст.* В расчете влажностного режима покрытия учитываем влияние солнечной радиации, принимая среднюю ее интенсивность для зимнего периода $I = 44$ *ккал/м²·ч* (по приложению к табл. 4 главы СНиП II-А.6-62 по Ярославской области). Тогда по формуле (32) главы СНиП II-А.7-62 расчетная температура для зимнего периода в г. Иванове будет

$$t_н = t_{у.ср} = -9{,}4 + \frac{44 \cdot 0{,}85}{20} = -9{,}4 + 1{,}9 = -7{,}5\,°\text{C}.$$

Коэффициенты паропроницаемости материалов покрытия (по табл. 1 главы СНиП II-А.7-62) будут:

железобетон $\mu = 0{,}004$ *г/м·ч·мм рт. ст.*;

пенобетон ($\gamma = 400$ *кг/м³*) $\mu = 0{,}030$ *г/м·ч·мм рт. ст.*

Сопротивление паропроницанию трехслойного рубероидного ковра (приложение Vв) будет $R_п = 18{,}6$ *м²·мм рт. ст.·ч/г.*

Сорбционная влажность пенобетона при объемном весе его 400 *кг/м³* (по данным приложения IV) будет:

При φ, %	40	50	60	70	80	90	100
$W_в$, %	2,45	2,9	3,5	4,1	5,1	6,4	8,6

По этим данным построена изотерма сорбции, приведенная на рис. 69.

По изотерме сорбции и по формуле (1) вычислены значения относительных пароемкостей пенобетона для различных значений φ. Например, для $\varphi = 85\%$ по данным рис. 69 получим

$$\xi_0 = \frac{7{,}7}{100 - 44} 1000 = 137\ г/кг.$$

На рис. 70 дан график зависимости ξ_0 от φ.

Для расчета изменения влажности пенобетона в покрытии делим его на четыре слоя толщиной по $\Delta x = 0{,}04$ *м*. Изменение влажности железобетонной плиты не учитываем, так как она расположена у внутренней поверхности покрытия, у которой температура и влажность воздуха изменяются незначительно в течение года. Учитываем только его сопротивление паропроницанию.

Сопротивление теплопередаче покрытия:	$R_в=0{,}133$
железобетонной плиты 30 *мм*	$R_1=0{,}03:1{,}4=0{,}021$
слоя пенобетона 160 *мм*	$R_2=0{,}16:0{,}12=1{,}333$
рубероидного ковра 10 *мм*	$R_3=0{,}01:0{,}15=0{,}067$; $R_н=0{,}050$
	$R_0=1{,}604$ *м²·ч·град/ккал*

Температура поверхностей пенобетона:

$$\text{нижней } \tau_в = 24 - \frac{24+7{,}5}{1{,}604}(0{,}133+0{,}021) = 24 - 3{,}0 = 21{,}0°;$$

$$\text{верхней } \tau_н = -7{,}5 + \frac{24+7{,}5}{1{,}604}(0{,}067+0{,}050) = -7{,}5+2{,}3 = -5{,}2°.$$

По полученным температурам вычисляем температуры в промежуточных плоскостях пенобетона и выписываем соответствующие им максимальные упругости водяного пара E (первая и вторая строки расчетной таблицы).

Принимаем начальную влажность пенобетона в покрытии равной 5%, чему по изотерме сорбции соответствует $\varphi=79{,}2\%$. По формуле (3) вычисляем начальные значения e во всех плоскостях пенобетона. По графику рис. 70 при $\varphi=79{,}2\%$ получим $\xi_0=114$ *г/кг*. Полученные значения φ_1, e и ξ_0 записаны в расчетной таблице для начального момента времени $z=0$.

По формуле (4) вычисляем максимальный допустимый интервал времени по плоскости 1:

$$\Delta z_{макс} = \frac{0{,}04^2}{\frac{2\cdot 0{,}03}{114\cdot 400}12{,}3} = 98\ ч.$$

Расчетный интервал времени принимаем $\Delta z=72$ *ч* (3 суток), учитывая, что в плоскости 1 влажность пенобетона будет понижаться и, следовательно, будут уменьшаться ξ_0 и $\Delta z_{макс}$.

Расчетные формулы для вычисления упругостей водяного пара в плоскостях пенобетона через интервалы времени $\Delta z=72$ *ч* будут следующие:

Плоскость 0. По формуле (5) получим: $e_0 = \frac{7{,}5e_1 + 1{,}33e_в}{7{,}5+1{,}33} = 0{,}85e_1 + 0{,}15e_в$,

где $R_{п.в} = \frac{0{,}03}{0{,}004} = 7{,}5$ — сопротивление паропроницанию железобетонной плиты;

$R_{пΔ} = \frac{0{,}04}{0{,}03} = 1{,}33$ — сопротивление паропроницанию слоя пенобетона толщиной $\Delta x=0{,}04$ *м*.

Плоскости 1—3. Расчет изменения упругостей водяного пара в этих слоях $\Delta e_п$ делаем по формуле (6). Величина a, входящая в эту формулу, будет: $a = \frac{0{,}03\cdot 72}{\xi_0\cdot 400\cdot 0{,}04^2}E_п = 3{,}37\frac{E_п}{\xi_0}$.

Для отдельных плоскостей величины a будут следующими: $a_1 = \frac{3{,}37 \cdot 12{,}30}{\xi_{0,1}} = \frac{41{,}4}{\xi_{0,1}}$; $a_2 = \frac{3{,}37 \cdot 7{,}99}{\xi_{0,2}} = \frac{26{,}9}{\xi_{0,2}}$; $a_3 = \frac{3{,}37 \cdot 5{,}07}{\xi_{0,3}} = \frac{17{,}1}{\xi_{0,3}}$.

Плоскость 4. По формуле (8) получим: $\Delta e_4 = \frac{2 \cdot 72 \cdot 2{,}96}{0{,}04 \cdot 400\, \xi_{0,4}} \times \left[\frac{e_3 - e_4}{1{,}33} - \frac{e_4 - e_н}{18{,}6}\right] = \frac{20 e_3 - 21{,}6 e_4 + 1{,}44 e_н}{\xi_{0,4}}$,

где $R_{п.н} = 18{,}6$ — сопротивление паропроницанию трехслойного рубероидного ковра.

Расчет изменения влажности пенобетона в покрытии приведен в расчетной таблице. На каждый момент времени через интервалы в 3 суток в таблице записываются: упругости водяного пара e, относительные влажности φ, вычисленные по формуле (9), относительные пароемкости ξ_0, определенные по графику рис. 70.

Расчетная таблица показывает следующее.

Через 9 суток от начала зимнего периода в плоскости 4 упругость водяного пара e становится близкой к максимальной упругости E и в последующий момент ($z=12$ суток) окажется больше ее. Поэтому начиная с $z=9$ суткам в плоскости 4 вычисляем непосредственно весовую влажность пенобетона $W_в$. При $z=9$ суток $\varphi = 99{,}2\%$, чему по изотерме сорбции (см. рис. 69) соответствует влажность пенобетона 8,45%.

Для вычисления влажности в последующие моменты времени по формуле (10) вычисляем количество водяного пара, притекающего от плоскости 3 к плоскости 4 за интервал времени Δz:

$$P_{3-4} = P_1 = \frac{e_3 - E_4}{1{,}33} 72 = 54{,}1\,(e_3 - 2{,}96).$$

По формуле (11) вычисляем количество водяного пара, уходящего от плоскости 4 к наружному воздуху через кровельный ковер:

$$P_2 = \frac{E_4 - e_н}{18{,}6} 72 = \frac{2{,}96 - 2{,}0}{18{,}6} 7{,}2 = 4\ г/м^2.$$

Количество конденсата в плоскости 4 будет: $P_W = P_{3-4} - P_2 = P_{3-4} - 4\ г/м^2$.

Увеличение влажности пенобетона в плоскости 4 за интервал времени $\Delta z = 72$ ч по формуле (12) и примечанию к ней будет:

$$\Delta W_4 = \frac{P_W}{10 \cdot 0{,}02 \cdot 400} = \frac{P_W}{80{,}0}\ \%.$$

Величины P_{3-4}, P_W и ΔW_4 записываются в дополнительные графы расчетной таблицы.

На 15-е сутки в плоскости 1 величина ξ_0 уменьшается до 76 г/кг, чему будет соответствовать $\Delta z_{макс} = 65$ ч, что меньше принятого интервала $\Delta z = 72$ ч, т. е. нужно было бы уменьшить расчетный интервал. Однако, учитывая, что превышение расчетного интервала против $\Delta z_{макс}$ будет иметь место только в плоскости 1, продолжаем расчет с интервала времени $\Delta z = 72$ ч на

Расчетная таблица

Плоскости		0	1	2	3	4
Температуры τ		21,0	14,4	7,9	1,4	—5,2
Максимальные упругости водяного пара E		18,65	12,30	7,99	5,07	2,98
Относительные упругости водяного пара φ		79,2	79,2	79,2	79,2	79,2
z=0	e	14,77	9,74	6,33	4,02	2,34
	ξ_0	—	114	114	114	114
z=3 суток	e	10,29	10,33	6,59	4,11	2,63
	φ	—	84,0	82,5	81,1	89,0
	ξ_0	—	132	126	121	158
z=6 »	e	10,79	9,15	6,86	4,25	2,81
	φ	—	74,5	86,0	83,8	95,0
	ξ_0	—	97	142	131	207
z=9 »	e	9,79	8,87	6,80	4,4	2,94
	φ	—	72,1	85,2	86,8	99,2
	ξ_0	—	91,0	138	145	8,45
	P_{3-4}	—	—	—	—	79
	P_ω	—	—	—	—	75
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	0,94
z=12 »	e	9,55	8,35	6,74	4,51	9,39
	φ	—	67,9	84,4	89,0	—
	ξ_0	—	80,0	134	158	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	84
	P_ω	—	—	—	—	80
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,0
z=15 »	e	9,11	8,14	6,62	4,58	10,39
	φ	—	66,1	83,0	90,4	—
	ξ_0	—	76	128	167	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	88
	P_ω	—	—	—	—	84
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,05
z=18 »	e	8,91	7,86	6,51	4,62	11,44
	φ	—	—	81,6	91,1	—
	ξ_0	—	—	123	172	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	90

Продолжение

Плоскости		0	1	2	3	4
	P_ω	—	—	—	—	86
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,08
z=21 суток	e	8,69	7,71	6,39	4,64	12,52
	φ	—	—	80,0	91,5	—
	ξ_0	—	—	116	174	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	91
	P_ω	—	—	—	—	87
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,09
z=24 »	e	8,56	7,54	6,28	4,65	13,61
	φ	—	—	78,6	91,7	—
	ξ_0	—	—	111	176	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	92
	P_ω	—	—	—	—	88
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,1
z=27 »	e	8,42	7,42	6,19	4,64	14,71
	φ	—	—	77,5	91,5	—
	ξ_0	—	—	108	174	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	91
	P_ω	—	—	—	—	87
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,09
z=30 »	e	8,32	7,30	6,11	4,63	15,80
	φ	—	—	76,5	91,4	—
	ξ_0	—	—	104	174	—
	P_{3-4}	—	—	—	—	90
	P_ω	—	—	—	—	86
	$\Delta\omega_4$	—	—	—	—	1,08
z=33 »	e	8,21	7,22	6,04	4,61	16,88
	φ	44,0	58,7	75,6	91,0	—
	$\omega_в$	2,6	3,3	4,6	6,6	16,9

основании следующих соображений. При интервале времени $\Delta z \geqslant \Delta z_{макс}$ достигается распределение упругости водяного пара между плоскостями 0 и 2, соответствующее стационарному состоянию, т. е. по прямой линии. При этом величина a_1 в формуле (6) должна быть равна 0,5. Следовательно, продолжаем расчет с постоянной величиной $a_1 = 0{,}5$.

Весовая влажность строительных материалов в зависимости от относительной влажности воздуха

№ п/п	Наименование материалов	Объемный вес γ в кг/м³	Весовая влажность материала при относительной влажности воздуха $W_в$ в %						
			40	50	60	70	80	90	100
1	Асбестоцементные теплоизоляционные плиты	300	2,0	2,2	2,4	2,9	3,8	5,5	9,5
2	То же	400	2,3	2,6	2,9	3,4	4,5	6,8	13,5
3	Газосиликат	450	3,2	3,7	4,3	5,2	6,7	9,2	14,2
4	Гипсоволокнистые плиты	—	1,0	1,2	1,5	2,3	4,7	10,2	16,7
5	Глино-солома	1350	1,6	2,1	2,5	3,0	3,6	4,4	5,6
6	Дерево — сосна	500	8,6	10,2	12,0	14,0	16,7	21,9	31,3
7	Древесноволокнистые плиты	200	5,0	5,7	7,0	8,9	11,5	15,8	26,0
8	Известняк	1300	0,06	0,07	0,08	0,11	0,17	0,25	0,37
9	Керамзитобетон	1100	2,9	3,3	3,7	4,4	5,5	7,8	16,0
10	»	800	2,9	3,5	4,1	4,7	5,7	8,0	14,1
11	»	550	3,0	3,7	4,5	5,3	6,1	8,2	12,3
12	Керамзитобетон на фенольном вяжущем	340	0,5	0,6	0,7	0,85	1,05	1,3	1,8
13	Кирпич глиняный обожженный	1700	0,05	0,07	0,10	0,16	0,25	0,36	0,53
14	Кирпич силикатный	1800	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,7	0,9
15	» трепельный	480	1,05	1,25	1,55	2,0	2,85	4,45	7,1
16	Минераловатные плиты	350	0,25	0,3	0,4	0,55	0,75	1,1	1,9

Продолжение

№ п/п	Наименование материалов	Объемный вес γ в $кг/м^3$	Весовая влажность материала при относительной влажности воздуха $W_в$ в %						
			40	50	60	70	80	90	100
17	Минераловатные плиты . .	250	0,15	0,2	0,25	0,35	0,52	0,8	1,45
18	То же, легкие «Стиллит» .	90	0,3	0,33	0,44	0,52	0,6	0,72	1,4
19	Минераловатный войлок . .	250	0,1	0,12	0,15	0,18	0,23	0,38	1,25
20	Минеральная вата	150	0,05	0,07	0,1	0,18	0,32	0,5	0,75
21	Мипора (мипорка)	18	8,8	10,0	10,9	12,5	16,1	24,5	35,5
22	Пенобетон и газобетон . . .	1000	2,5	3,2	3,9	4,7	5,6	7,7	21,6
23	То же	850	3,5	4,05	4,7	5,5	6,5	8,1	13,5
24	»	650	2,0	2,3	2,8	3,6	4,7	6,2	10,0
25	»	350	2,55	3,05	3,6	4,2	5,2	6,5	8,3
26	Пеногипс	360	3,0	3,4	4,0	5,5	8,0	12,5	22,0
27	Пенозолобетон	800	3,1	3,6	4,4	5,5	7,1	10,0	17,0
28	Пенополиуретан	15	1,05	1,25	1,45	1,7	2,1	3,0	6,5
29	Пеностекло	375	0,05	0,08	0,11	0,15	0,3	0,8	3,9
30	»	200	0,09	0,12	0,14	0,16	0,19	0,3	0,8
31	Песок	1800	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	6,4
32	Пробковые плиты «Экспанзит»	160	1,9	2,2	2,6	3,0	3,5	4,2	5,6
33	Раствор цементный 1 : 4 . .	1800	1,0	1,05	1,1	1,3	1,75	2,35	3,3
34	» известковый 1 : 3 . .	1800	0,25	0,28	0,32	0,42	0,62	0,95	2,4
35	Стиропор	30	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3
36	Торфоплиты	225	8,9	10,9	13,0	15,1	17,9	22,2	28,4
37	Туф артикский	950	0,08	0,1	0,13	0,16	0,21	0,33	0,55
38	Фибролит цементный . . .	400	4,6	5,6	6,6	7,5	9,2	15,0	26,5
39	» магнезиальный . .	325	7,7	9,4	11,4	14,2	18,8	25,4	34,8
40	Шлакобетон	920	1,25	1,47	1,7	1,95	2,25	2,75	3,65
41	Шлак топливный	720	1,35	1,6	1,85	2,1	2,4	2,8	3,4

Значения максимальной упругости водяного пара в *мм рт. ст.* для различных температур

$t°$	E	$t°$	E	$t°$	E	$t°$	E	$t°$	E

1. Для температур от 0 до —40° С (над льдом)

0,00	4,58	—5,4	2,91	—10,6	1,84	—16,0	1,13	—23,0	0,58
—0,2	4,51	—5,6	2,86	—10,8	1,81	—16,2	11,1	—23,5	0,55
—0,4	4,44	—5,8	2,81	—11,0	1,78	—16,4	1,09	—24,0	0,52
—0,6	4,36	—6,0	2,76	—11,2	1,75	—16,6	1,07	—24,5	0,49
—0,8	4,30	—6,2	2,72	—11,4	1,72	—16,8	1,05	—25,0	0,47
—1,0	4,22	—6,4	2,67	—11,6	1,69	—17,0	1,03	—25,5	0,45
—1,2	4,15	—6,6	2,63	—11,8	1,66	—17,2	1,01	—26,0	0,42
—1,4	4,08	—6,8	2,58	—12,0	1,63	—17,4	0,99	—26,5	0,40
—1,6	4,01	—7,0	2,53	—12,2	1,60	—17,6	0,97	—27,0	0,38
—1,8	3,95	—7,2	2,49	—12,4	1,57	—17,8	0,96	—27,5	0,36
—2,0	3,88	—7,4	2,45	—12,6	1,55	—18,0	0,94	—28,0	0,34
—2,2	3,82	—7,6	2,41	—12,8	1,52	—18,2	0,92	—28,5	0,33
—2,4	3,75	—7,8	2,36	—13,0	1,49	—18,4	0,90	—29,0	0,31
—2,6	3,69	—8,0	2,32	—13,2	1,46	—18,6	0,88	—29,5	0,29
—2,8	3,63	—8,2	2,28	—13,4	1,43	—18,8	0,87		
—3,0	3,57	—8,4	2,24	—13,6	1,41	—19,0	0,85	—30	0,280
—3,2	3,51	—8,6	2,20	—13,8	1,38	—19,2	0,83	—31	0,252
—3,4	3,45	—8,8	2,17	—14,0	1,36	—19,4	0,82	—32	0,227
—3,6	3,39	—9,0	2,13	—14,2	1,34	—19,6	0,80	—33	0,205
—3,8	3,34	—9,2	2,09	—14,4	1,31	—19,8	0,79	—34	0,185
—4,0	3,28	—9,4	2,05	—14,6	1,29			—35	0,167
—4,2	3,22	—9,6	2,01	—14,8	1,26	—20,0	0,77	—36	0,150
—4,4	3,17	—9,8	1,98	—15,0	1,24	—20,5	0,74	—37	0,134
—4,6	3,11			—15,2	1,22	—21,0	0,70	—38	0,119
—4,8	3,06	—10,0	1,95	—15,4	1,19	—21,5	0,67	—39	0,105
—5,0	3,01	—10,2	1,91	—15,6	1,17	—22,0	0,64	—40	0,093
—5,2	2,96	—10,4	1,88	—15,8	1,15	—22,5	0,61	—41	0,082

2. Для температур от 0 до +50° С (над водой)

t°	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,79	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,05	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	9,97	9,03	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9.46	9,52	9,59	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,11	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,09	11,16
13	11,23	11,31	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,07	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,21	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,69	16,79	16,89	17,00	17,11	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,09	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,77	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,57	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,85	21,98	22,11	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,79	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,46	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,19
28	28,35	28,51	28,68	28,83	29,02	29,18	29,35	29,53	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,75	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,87	35,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94
35	42,18	42,41	42,64	42,88	43,12	43,36	43,60	43,84	44,08	44,32
36	44,56	44,81	45,05	45,30	45,55	45,80	46,05	46,30	46,56	46,81
37	47,07	47,32	47,58	47,84	48,10	48,36	48,63	48,89	49,16	49,42

Продолжение

$t°$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
38	49,69	49,96	50,23	50,51	50,77	51,05	51,32	51,60	51,90	52,16
39	52,44	52,73	53,01	53,29	53,58	53,87	54,16	54,45	54,74	55,03
40	55,32	55,61	55,91	56,21	56,21	56,51	56,81	57,41	57,72	58,03
41	58,34	58,65	58,96	59,27	59,58	59,90	60,22	60,54	60,86	61,18
42	61,50	61,82	62,14	62,47	62,80	63,13	63,46	63,79	64,12	64,46
43	64,80	65,14	65,48	65,82	66,16	66,51	66,86	67,21	67,56	67,91
44	68,26	68,61	68,97	69,33	69,69	70,05	70,41	70,77	71,14	71,51
45	71,88	72,25	72,62	72,99	73,36	73,34	74,12	74,50	74,88	75,26
46	75,65	76,04	76,43	76,82	77,21	77,60	78,00	78,40	78,80	79,20
47	79,60	80,00	80,41	80,82	81,23	81,64	82,05	82,46	82,87	83,29
48	83,71	84,13	84,56	84,99	85,42	85,85	86,28	86,71	87,14	87,58
49	88,02	88,46	88,90	89,34	89,79	90,24	90,69	91,14	91,59	92,05
50	92,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—

На 33-е сутки влажность пенобетона в плоскости 4 достигает 16,9%, что близко к максимальной допускаемой влажности для ячеистых бетонов, равной 17% (табл. 14 главы СНиП II-А.7-62), и в дальнейшем ее превысит, поэтому расчет заканчивается на 33 сутки. По значениям φ при $z=33$ суток по изотерме сорбции рис. 69 находим влажности пенобетона во всех плоскостях, записанные в последней строке расчетной таблицы.

Расчет показал, что в плоскостях 0, 1, 2 влажность пенобетона понизилась, а в плоскостях 3 и 4 повысилась. Такое перераспределение влаги в пенобетоне произошло в результате термодиффузии при наличии большого градиента температуры в нем.

Средняя влажность пенобетона будет: $W_{ср}=\frac{2,6+2(3,3+4,6+}{8}\rightarrow$

$\rightarrow\frac{+6,6)+16,9}{8}=6,1\%$, т. е. она за 33 суток повысилась на 1,1%.

Превышение влажности пенобетона в подкровельном слое против допускаемой уже через 35 суток от начала зимнего периода показывает, что в рассмотренном покрытии требуется устройство пароизоляции.

Необходимо отметить, что приведенный расчет дает несколько завышенную влажность пенобетона в подкровельном слое, так как не учитывает обратного перемещения влаги в жидкой фазе от плоскости 4 к плоскости 3 при повышенной влажности в этих плоскостях. Метод учета такого перемещения влаги имеется, но значительно усложняет расчет.

ПРИЛОЖЕНИЕ Va (к главе 12,

т а б л. 3 СНиП II-А. 7-62)

Расчетные величины сопротивления воздухопроницанию $R_и$ наиболее распространенных материалов и конструктивных элементов (или слоев) ограждений

№ п/п	Наименование материалов и конструктивных элементов (или слоев) ограждений	Толщина слоев в *мм*	$R_и$ в $м^2$ *мм вод. ст. ч/кг*
1	Бетон (сплошной без швов) . . .	100	2000
2	Обои бумажные	—	2
3	Известняк-ракушечник	500	0,6
4	Облицовка стен штучными керамическими плитами или мелкоразмерными блоками	Менее 250	0,2
5	Картон строительный (без швов)	1,3	6,5
6	Стена кирпичная сплошная на тяжелом растворе толщиной более 1 кирпича	Более 250	1,8
7	То же, в 1 кирпич и менее . .	250 и менее	0,2
8	Стена кирпичная сплошная на легком растворе толщиной более 1 кирпича	Более 250	0,2
9	То же, в 1 кирпич и менее . .	250 и менее	0
10	Стена из пустотелых керамических камней толщиной в $1\frac{1}{2}$ камня на тяжелом растворе	—	0,9
11	Стена из шлакобетонных камней на тяжелом растворе	400	1,3

Продолжение

№ п/п	Наименование материалов и конструктивных элементов (или слоев) ограждений	Толщина слоев в *мм*	$R_и$ в $м^2$ *мм вод. ст. ч/кг*
12	Стена из шлакобетонных камней на легком растворе	400	0,1
13	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20—25	0,01
14	То же, соединенных вшпунт . .	20—25	0,15
15	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	10
16	Обшивка из фибролита, древесноволокнистых бесцементных мягких плит и торфоплит с заделкой швов	15—70	0,05
17	То же, без заделки швов . . .	15—70	0,25
18	Обшивка из жестких древесноволокнистых листов (с заделкой швов)	10	3,4
19	Обшивка из гипсовых облицовочных листов (сухая штукатурка с заделкой швов)	10	2
20	Газосиликат сплошной (без швов)	140	2,1
21	Пенобетон автоклавный без швов или при тщательном заполнении их раствором	100	200
22	То же, неавтоклавный	100	20
23	Пеногипс	100	4
24	Пеностекло сплошное (без швов)	12	Воздухонепроницаем.
25	Плиты минераловатные жесткие .	50	0,2
26	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаем.

Продолжение

№ п/п	Наименование материалов и конструктивных элементов (или слоев) ограждений	Толщина слоев в *мм*	$R_и$ в *м²мм вод. ст. ч/кг*
27	Смазка глиняная, тщательно выполненная	5—7	0,7
28	Стена брусчатая или бревенчатая рубленая (при тщательной конопатке пазов)	—	4
29	Стиропор	50—100	8
30	Толь	1,5	50
31	Фанера клееная (без швов) . .	3—4	300
32	Шлакобетон сплошной без швов .	100	1,4
33	Штукатурка по каменной или кирпичной кладке цементная	15	38
34	То же, известковая	15	14,5
35	Штукатурка известково-гипсовая по драни (по дереву)	20	1,7

Примечания: 1. При иной, чем указано в табл. 3, толщине слоя:

а) при больших толщинах допускается принимать сопротивление воздухопроницанию прямо пропорционально величинам, приведенным в таблице;

б) при меньших толщинах величину сопротивления воздухопроницанию следует устанавливать на основании экспериментальных данных.

2. Для каменных стен, имеющих расшивку швов по наружной поверхности, сопротивление воздухопроницанию увеличивается на 2 *м² мм вод. ст. ч/кг* против величин, приведенных в табл. 3.

3. Для воздушных прослоек и для слоев из сыпучих (шлак, керамзит, пемза и пр.) и рыхлых волокнистых материалов (минеральная вата, солома, стружки и пр.) в расчет принимается $R_и=0$ независимо от толщины слоя.

Расчет воздухонепроницаемости окон

Количество воздуха I в *кг/м² ч*, проникающего через 1 *м²* окна, при разности давлений между внутренним и наружным воздухом $\Delta p \neq 1$ *мм вод. ст.* определяется по формуле

$$I = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4B\Delta p}}{2B},$$

где Δp — расчетная разность давлений между внутренним и наружным воздухом в *мм вод. ст.*, определяемая по формуле (108), принимается всегда со знаком +;

A и B — коэффициенты, зависящие от коэффициента воздухопроницаемости окна i и определяемые по следующей таблице

i *кг/м²ч мм вод. ст.*	A	B	i *кг/м²ч мм вод. ст.*	A	B
1	0,85	—	13	0,045	0,005
1,5	0,61	—	13,5	0,04	0,004
2	0,5	0,07	14	0,035	0,004
2,5	0,37	0,048	14,5	0,035	0,004
3	0,3	0,039	15	0,03	0,004
3,5	0,25	0,032	15,5	0,03	0,003
4	0,2	0,027	16	0,03	0,003
4,5	0,175	0,023	16,5	0,025	0,003
5	0,155	0,02	17	0,025	0,003
5,5	0,135	0,018	17,5	0,025	0,003
6	0,12	0,016	18	0,025	0,003
6,5	0,1	0,013	18,5	0,02	0,002
7	0,095	0,012	19	0,02	0,002
7,5	0,085	0,011	19,5	0,02	0,002
8	0,08	0,01	20	0,02	0,002
8,5	0,075	0,009	20,5	0,015	0,002
9	0,07	0,008	21	0,015	0,001
9,5	0,065	0,008	21,5	0,015	0,001
10	0,06	0,007	22	0,015	0,001
10,5	0,055	0,007	22,5	0,015	0,001
11	0,05	0,006	23	0,012	0,001
11,5	0,05	0,006	23,5	0,012	0,001
12	0,045	0,005	24	0,012	0,001
12,5	0,045	0,005			

Расход воздуха через окно при принятом способе уплотнения его и расчетном перепаде давлений между внутренним и наружным воздухом не должен превышать нормативных значений воздухопроницаемости окон, указанных в табл. 55 настоящего Пособия.

(СНиП II-А.7.-62, табл. 4)

Расчетные величины сопротивления паропроницанию $R_п$ некоторых листовых материалов и тонких слоев пароизоляции

№ п/п	Наименование листовых материалов и слоев пароизоляции	Толщина слоя в *мм*	$R_п$, *м²·мм рт·ст·ч/г*
1	*Картон обыкновенный*	1	0,12
2	Листы обшивочные гипсовые . . .	8	0,9
3	То же, древесноволокнистые жесткие	8	0,8
4	Листы древесноволокнистые мягкие	10	0,4
5	Окраска горячим битумом за 1 раз (при тщательном выполнении) . . .	—	2,0
6	Окраска масляная за 2 раза с предварительной шпаклевкой и грунтовкой	—	4,8
7	Окраска эмалевой краской . . .	—	3,6
8	Покрытие поливинилхлоридным лаком за 2 раза	—	29,0
9	Покрытие хлорокаучуковым лаком за 2 раза	—	26,0
10	Покрытие изольной мастикой за 1 раз	—	4,5
11	Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за 1 раз	—	4,8
12	То же, за 2 раза	—	8,1
13	Пергамин	0,4	2,5
14	Рубероид	1,5	8,3
15	Рулонный ковер двухслойный (1 слой рубероида и 1 слой пергамина на битумной мастике)	6	12,8
16	Рулонный ковер трехслойный (1 слой рубероида и 2 слоя пергамина на битумной мастике)	10	18,6
17	Толь кровельный	1,9	3,0
18	Фанера клееная трехслойная . . .	5	1,7

Расчет показателя изоляции от воздушного звука

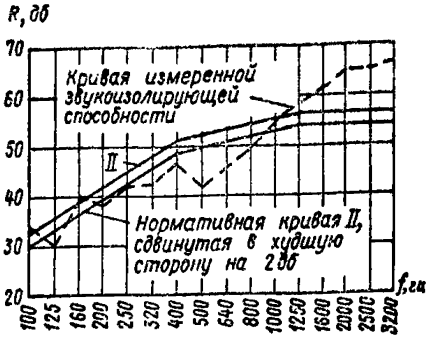


Рис. 94. Частотная характеристика звукоизолирующей способности

Частоты в *гц*	Значения нормативной кривой *II* в *дб*	Значения измеренной звукоизолирующей способности t в *дб*	Отклонения измеренных значений от нормативных в *дб*	Нормативная кривая, сдвинутая в худшую сторону на 2 *дб*, в *дб*	Учитываемые неблагоприятные отклонения от сдвинутой нормативной кривой в *дб*
100	33	34	+ 1	31	—
125	36	30	— 6	34	—4
160	39	40	+ 1	37	—
200	42	38	— 4	40	—2
250	45	42	— 3	43	—1
320	48	43	— 5	46	—3
400	51	46	— 5	49	—3
500	52	42	—10	50	—8
640	53	45	— 8	51	—6
800	54	49	— 5	52	—3
1000	55	56	+ 1	53	—
1250	56	59	+ 3	54	—
1600	56	61	+ 5	54	—
2000	56	65	+ 9	54	—
2500	56	65	+ 9	54	—
3200	56	66	+10	54	—
Сумма неблагоприятных отклонений			46 *дб*	—	30 *дб*

Среднее неблагоприятное отклонение 46 : 15=3,1 *дб*>2 *дб*.

После того как нормативную кривую сдвинули в худшую сторону на 2 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений равна 30 *дб*.

Среднее неблагоприятное отклонение 30 : 15=2 *дб*.

Показатель звукоизоляции $E_в = -2$ *дб*.

Примечание. Если нормативную кривую сдвинуть в худшую сторону на 1 *дб*, то среднее неблагоприятное отклонение будет 38 : 15=2,5 *дб*>2 *дб*, если сдвинуть на 3 *дб* — среднее неблагоприятное отклонение будет 2 : 15=1,4<2 *дб*.

Расчет показателя изоляции от ударного звука

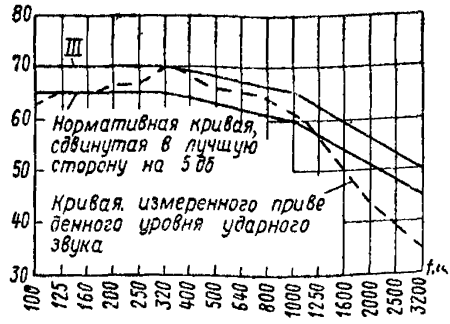


Рис. 95. Частотная характеристика приведенного уровня ударного звука

Частоты в *гц*	Значения нормативной кривой *III* в *дб*	Значения измеренного приведенного уровня звука в *дб*	Отклонения измеренных значений от нормативных в *дб*	Нормативная кривая, сдвинутая в лучшую сторону на 5 *дб*, в *дб*	Учитываемые неблагоприятные отклонения от сдвинутой нормативной кривой в *дб*
100	70	63	7	65	—
125	70	65	5	65	—
160	70	65	5	65	—
200	70	67	3	65	—2
250	70	67	3	65	—2
320	70	70	0	65	—5
400	69	69	0	64	—5
500	68	66	2	63	—3
640	67	66	1	62	—4
800	66	64	2	61	—3
1000	65	61	4	60	—1
1250	62	58	4	57	—1
1600	59	52	7	54	—
2000	56	44	12	51	—
2500	53	40	13	48	—
3200	50	35	15	45	—
Сумма благоприятных отклонений			72 *дб*	—	26 *дб*

Среднее благоприятное отклонение 72 : 15 = 4,8 *дб* > 2 *дб*.

После того как нормативную кривую сдвинули в лучшую сторону на 5 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений стала равна 26 *дб*.

Среднее неблагоприятное отклонение 26 : 15 = 1,7 *дб* < 2 *дб*.

Показатель звукоизоляции $E_{ц} = +5$ *дб*.

Примечание. Если нормативную кривую сдвинуть в лучшую сторону на 4 *дб*, то среднее неблагоприятное отклонение будет равно: 17 : 15 = 1,1 *дб* < 2 *дб*, если сдвинуть на 6 *дб*, среднее неблагоприятное отклонение будет 37 : 15 = 2,5 *дб* > 2 *дб*.

Примеры расчета звукоизоляции стен, перегородок и перекрытий

1. Рассчитать звукоизоляцию от воздушного звука межквартирной оштукатуренной шлакобетонной стены весом $g=300$ *кг/м*^{2} и определить, отвечает ли она нормативным требованиям, предъявляемым жилым зданиям.

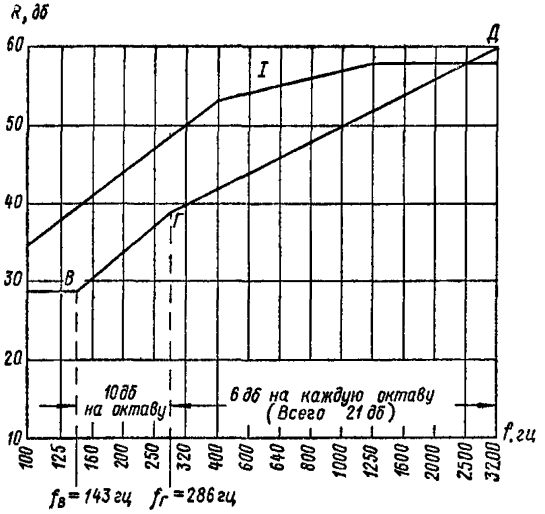


Рис. 96. Построение частотной характеристики звукоизолирующей способности шлакобетонной стены

Строим график (рис. 96) частотной характеристики звукоизолирующей способности проектируемой стены (желательно на миллиметровой бумаге). По данным табл. 62 находим значения координат для точек *Б* и *В* кривой *R*: $f_Б = \frac{6700}{300} = 22$ *гц*; $R_Б = 29$ *дб*; $f_В = \frac{43\,000}{300} = 143$ *гц*; $R_В = 29$ *дб*.

В связи с тем что точка *Б* ($f_Б = 22$ *гц*) вышла из пределов нормируемого диапазона (100—3200 *гц*), на график наносим точку *В* ($R_В = 29$ *дб*; $f_В = 143$ *гц*), из точки *В* влево проводим горизонтальную прямую до пересечения ее с осью ординат, а вправо вверх на одну октаву проводим прямую *ВГ* с наклоном 10 *дб* (координаты точки *Г*: $f_Г = 286$ *гц*; $R_Г = 39$ *дб*).

Из точки *Г* проводим прямую *ГД* с наклоном 6 *дб* на каждую оставшуюся октаву (координаты точки *Д*: $f_Д = 3200$ *гц*; $R_Д = 60$ *дб*).

Строим нормативную кривую *I* (рис. 71) и вычисляем показатель звукоизоляции проектируемой стены (табл. 1 настоящего приложения) $E_в = -7$ *дб*. Конструкция не удовлетворяет требованиям к звукоизоляции для межквартирных стен, так как $E_в = -7$ *дб* меньше нормативного $E_в = -1$ *дб*.

Таблица 1 (к примеру 1 главы 14)

Расчет показателя звукоизоляции от воздушного звука межквартирной стены

Частоты в *гц*	Значения нормативной кривой *I* в *дб*	Значения вычисленной звукоизолирующей способности в *дб*	Отклонения вычисленных значений от нормативных в *дб*	Значения нормативной кривой, сдвинутой в худшую сторону на 7 *дб*, в *дб*	Отклонения вычисленных значений от значений сдвинутой на 7 *дб* нормативной кривой в *дб*
100	35	29	−6	28	+1
125	38	29	−9	31	−2
160	41	30,5	−10,5	34	−3,5
200	44	34	−10	37	−3
250	47	37,5	− 9,5	40	−2,5
320	50	40	−10	43	−3
400	53	42	−11	46	−4
500	54	44	−10	47	−3
640	55	46	− 9	48	−2
800	56	48	− 8	49	−1
1000	57	50	− 7	50	0
1250	58	52	− 6	51	+1
1600	58	54	− 4	51	+3
2000	58	56	− 2	51	+5
2500	58	58	0	51	+7
3200	58	60	+ 2	51	+9
Сумма неблагоприятных отклонений			109 *дб*	—	24 *дб*

Среднее неблагоприятное отклонение равно: 109 : 15 = 7,3 *дб* > >2 *дб*.

После того как нормативную кривую сдвинули в худшую сторону на 7 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений равна 24 *дб*, а среднее неблагоприятное отклонение — 24 : 15 = 1,6 *дб* < 2 *дб*. Показатель звукоизоляции $E_в = -7$ *дб*.

2. Рассчитать звукоизоляцию межкомнатной перегородки от воздушного звука. Перегородка выполнена из железобетонных панелей толщиной 6 *см*.

Определяем вес 1 $м^2$ перегородки $g = 2400 \cdot 0{,}6 = 144$ $кг/м^2$. По данным табл. 62 находим: $f_Б = 132$ *гц*, $f_В = 590$ *гц* и $R_Б = R_В = 38$ *дб*. Частотная характеристика звукоизоляции построена на рис. 97. Наносим нормативную кривую *I* и по табл. 2 настоящего приложения вычисляем показатель звукоизоляции, равный $E_в = -9$ *дб*.

Конструкция удовлетворяет нормативным требованиям звукоизоляции, предъявляемым для межкомнатных перегородок.

3. Рассчитать звукоизоляцию от воздушного звука межквартирной стены раздельной конструкции из гипсобетонных панелей ($\gamma_1 = 1300$ *кг/м*^{3}) толщиной $h_1 = 8$ *см* с воздушным промежутком $d = 6$ *см*. К более длинной стороне стены примыкают перекрытия из плоских железобетонных панелей ($\gamma_2 = 2400$ *кг/м*^{3}) толщиной $h_2 = 10$ *см*.

Определяем вес 1 *м*^{2} одной панели раздельной стены $g = \gamma_1 h_1 = 1300 \cdot 0{,}08 = 104$ *кг/м*^{2}.

По табл. 62 находим значения координат точек *Б* и *В*:

$$f_Б = \frac{19\,000}{104} = 183 \text{ гц}; \quad f_B = \frac{85\,000}{104} = 817 \text{ гц}; \quad R_Б = 37 \text{ дб}; \quad R_B = 37 \text{ дб}.$$

Таблица 2 (к примеру 2 главы 14)

Расчет показателя звукоизоляции от воздушного звука межкомнатной перегородки

Частоты в *гц*	Значения нормативной кривой *I* в *дб*	Вычисленные значения звукоизолирующей способности в *дб*	Отклонения вычисленных значений от нормативных в *дб*	Значения нормативной кривой, сдвинутой в худшую сторону на 9 *дб*, в *дб*	Отклонения вычисленных значений от значений сдвинутой на 9 *дб* нормативной кривой в *дб*
100	35	36	+ 1	26	+10
125	38	38	0	29	+9
160	41	38	—3	32	+6
200	44	38	—6	35	+3
250	47	38	—9	38	0
320	50	38	—12	41	—3
400	53	38	—15	44	—6
500	54	38	—16	45	—7
640	55	39	—16	46	—7
800	56	42,5	—13,5	47	—4,5
1000	57	46	—13	48	—2
1250	58	48,5	— 9,5	49	—0,5
1600	58	50,5	— 7,5	49	+1,5
2000	58	52,5	— 5,5	49	+3,5
2500	58	54,5	— 3,5	49	+5,5
3200	58	56,5	— 1,5	49	+7,5
Сумма неблагоприятных отклонений			131 *дб*	—	30 *дб*

Среднее неблагоприятное отклонение равно: 131 : 15 = 8,7 *дб* > >2 *дб*.

После того как нормативную кривую сместили в худшую сторону на 9 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений равна 30 *дб*, а среднее неблагоприятное отклонение — 30 : 15 = 2 *дб*. Показатель звукоизоляции $E_в = -9$ *дб*.

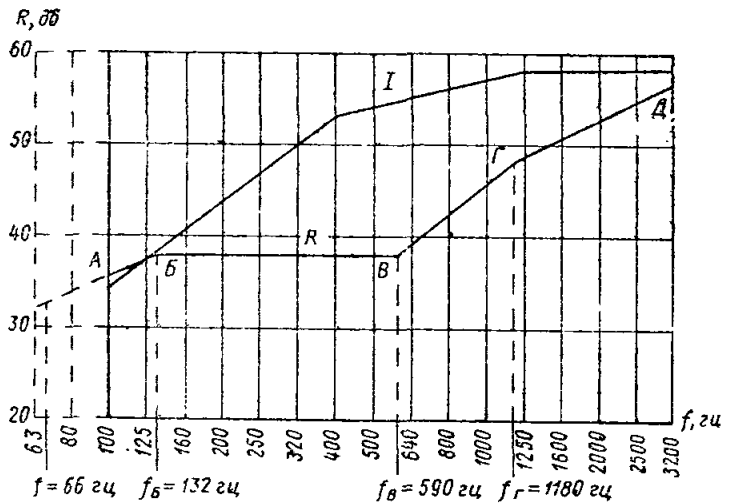


Рис. 97. Построение частотной характеристики звукоизолирующей способности железобетонной перегородки

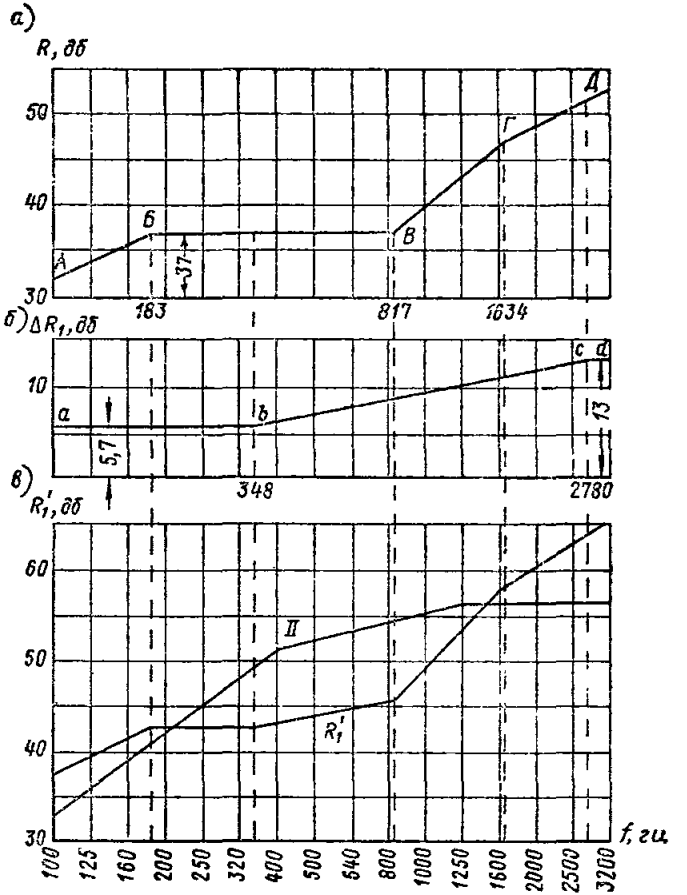


Рис. 98. Построение частотной характеристики звукоизолирующей способности раздельной стены

а) — звукоизолирующая способность одной панели; *б*) — дополнительная звукоизолирующая способность при установке второй панели; *в* — звукоизолирующая способность раздельной стены

Строим частотную характеристику звукоизолирующей способности R одной панели (рис. 98, *а*).

Для построения частотной характеристики ΔR_1, пользуясь табл. 64, определяем $f_0 = 0{,}42 \left(\frac{\gamma_1 d}{\gamma_2 h_2}\right)^2 \frac{c_1}{h_1} = 0{,}42 \left(\frac{1300 \cdot 6}{2400 \cdot 10}\right)^2 \frac{5 \cdot 10^5}{8} = 2780$ *гц* и далее по табл. 65 находим координаты точек b и c кривой ΔR: $f_b = 0{,}125 \cdot 2780 = 348$ *гц*; $f_c = 2780$ *гц*; $\Delta R_b = 13 - 20 \lg\left(1 + \frac{8}{6}\right) = 5{,}7$ *дб*; $\Delta R_c = 13$ *дб*. На график рис. 98, *б* наносим точки b и c и соединяем их прямой. Из точки b влево проводим горизонтальную прямую ba, а из точки c вправо — горизонтальную прямую cd.

Частотная характеристика суммарной звукоизолирующей способности $R'_1 = R + \Delta R_1$ раздельной стены приведена на рис. 98, *в*. На этот график наносим нормативную кривую *II* и в табл. 3 настоящего приложения вычисляем показатель звукоизоляции $E_в = -3$ *дб*.

Таблица 3 (к примеру 3 главы 14)

Расчет показателя звукоизоляции межквартирной стены раздельной конструкции

Частоты в *гц*	Значения нормативной кривой *II* в *дб*	Вычисленные значения звукоизолирующей способности в *дб*	Отклонения вычисленных значений от нормативных в *дб*	Значения нормативной кривой, сдвинутой в худшую сторону на 3 *дб*, в *дб*	Отклонения вычисленных значений от значений сдвинутой на 3 *дб* нормативной кривой в *дб*
100	33	37,5	—	30	—
125	36	39,5	—	33	—
160	39	41,5	—	36	—
200	42	42,5	—	39	—
250	45	42,5	—2,5	42	—
320	48	42,5	—5,5	45	—2,5
400	51	43	—8	48	—5
500	52	44	—8	49	—5
640	53	45	—8	50	—5
800	54	45,5	—8,5	51	—5,5
1000	55	49	—6	52	—3
1250	56	53,5	—2,5	53	—
1600	56	57,5	—	53	—
2000	56	60,5	—	53	—
2500	56	63	—	53	—
3200	56	65,5	—	53	—
Сумма неблагоприятных отклонений			49 *дб*	—	26 *дб*

Среднее неблагоприятное отклонение равно: $49 : 15 = 3{,}3$ *дб* > 2 *дб*.

После того как нормативную кривую *II* сместили в худшую сторону на 3 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений равна 26 *дб*, а среднее неблагоприятное отклонение — $26 : 15 = 1{,}7$ *дб* < 2 *дб*.

Показатель звукоизоляции $E_в = -3$ *дб*.

Конструкция раздельной стены, примыкающей к указанным перекрытиям, не удовлетворяет требованиям звукоизоляции, предъявляемым межквартирным стенам.

Повысить звукоизоляцию данной стены можно путем увеличения толщины перекрытия h_2 или некоторого уменьшения толщины воздушного промежутка d.

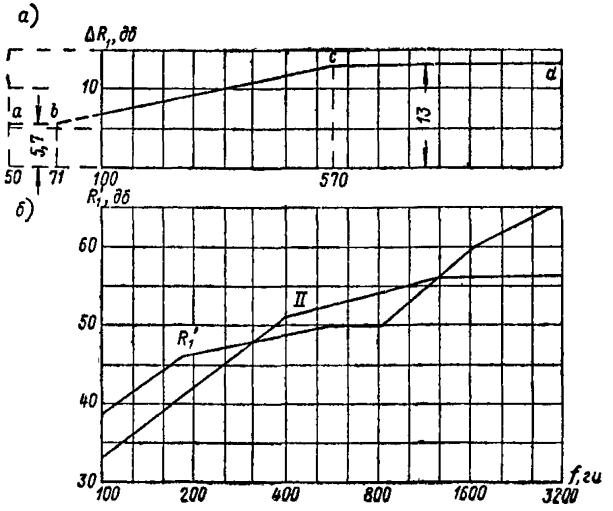


Рис. 99. Построение частотной характеристики звукоизолирующей способности раздельной стены

а — дополнительная звукоизолирующая способность при установке второй панели; *б* — звукоизолирующая способность раздельной стены

4. Рассчитать звукоизоляцию указанной в примере 3 стены раздельной конструкции, если более длинной стороной она примыкает к перекрытию из многопустотных панелей толщиной $h_2=22$ *см*.

В этом случае: $f_0=0{,}42\left(\frac{1300\cdot 6}{2400\cdot 22}\right)^2\frac{5\cdot 10^5}{8}=570$ *гц*; $f_b=0{,}125\cdot 570=$ $=71$ *гц*; $f_c=570$ *гц*; $\Delta R_b=5{,}7$ *дб*; $\Delta R_c=13$ *дб*.

Построенный по этим данным график ΔR_1 приведен на рис. 99 *а*, а частотная характеристика суммарной звукоизолирующей способности R_1' — на рис. 99, *б*. (Частотная характеристика звукоизолирующей способности R одной панели берется из рис. 98, *а*.) Показатель звукоизоляции данной конструкции $E_в=+2$ *дб*, что больше нормативного $E_в=-1$ *дб*.

5. Рассчитать звукоизоляцию междуэтажного перекрытия от ударного звука и определить, отвечает ли она нормативным требованиям, предъявляемым для перекрытий жилых зданий.

Перекрытие состоит из железобетонной плиты толщиной 10 *см* и весом $p_3=240$ *кг/м²*, сплошного слоя из мягких древесноволокнистых плит толщиной 2,5 *см* и весом $p_2=5$ *кг/м²*, гипсоцементно-бетон-

ной панели толщиной 5 *см* и весом 60 *кг/м²* с приклеенным к ней линолеумом весом 2 *кг/м²*.

Определяем $p_1=60+2=62$ *кг/м²*. Поскольку вес несущей плиты более 160 *кг/м²*, то за кривую требуемого снижения уровня ударного звука следует принять кривую *IV* (рис. 86). Наносим ее на график ΔL (рис. 100).

Определяем величину приведенного коэффициента жесткости k упругого основания по формуле (128) и данным табл. 61. Так как статическая нагрузка (с учетом временной нагрузки 150 *кг/м²*) рав-

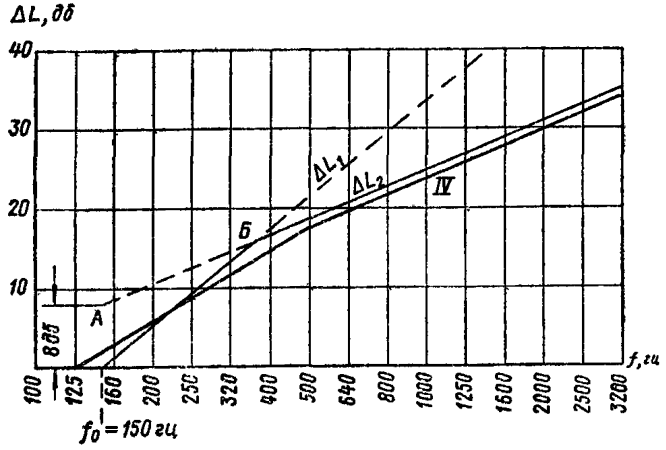


Рис. 100. Построение частотной характеристики снижения приведенного уровня ударного звука за счет устройства пола на сплошном упругом основании

на: 62+150=212 *кг/м²*, то $E_д=14$ *кг/см²*. Изменение толщины прокладки под нагрузкой в данном случае мало (менее 1%), и им можно пренебречь.

Тогда $k=\dfrac{14}{2,5}=5,6$ *кг/см³*.

Вычисляем резонансную частоту колебаний пола по формуле (130): $f_0=500\sqrt{\dfrac{5,6}{62}}=150$ *гц*.

Строим график уравнения (131): $\Delta L_1=40\lg\dfrac{f}{150}$ *дб*.

Для этого из точки $f_0=150$ *гц* на оси абсцисс проводим прямую с наклоном 12 *дб* на октаву.

Далее из точки $f_0=150$ *гц* восстанавливаем ординату, равную $10\lg\dfrac{p_1}{p_2}-3=10\lg\dfrac{62}{5}-3=8$ *дб* (см. график на рис. 100), и через ее конец (точка *A*) проводим прямую с наклоном 6 *дб* на каждую октаву.

Поскольку $\lambda = \frac{p_3}{p_1} = \frac{240}{62} = 5{,}9 < 7$, то на низких частотах можно ограничиться применением формулы (131).

Вычисление показателя звукоизоляции от ударного звука E_y выполнено в табл. 4 настоящего приложения. Перекрытие удовлетворяет требованиям звукоизоляции от ударного звука, так как $E_y = +2$ *дб* более нормативного $E_y = 0$ *дб*.

Таблица 4 (к примеру 5 главы 14)

Расчет показателя звукоизоляции от ударного звука междуэтажного перекрытия

Частоты в *гц*	Значения кривой *IV* требуемого снижения приведенного уровня ударного звука в *дб*	Значения вычисленного снижения приведенного уровня ударного звука в *дб*	Отклонения вычисленных значений от значений кривой *IV* в *дб*	Значения кривой *IV*, сдвинутой в лучшую сторону на 2 *дб*, в *дб*	Отклонения вычисленных значений от значений сдвинутой на 2 *дб* кривой *IV* в *дб*
100	0	0	0	2	—2
125	0	0	0	2	—2
160	3	1	—2	5	—4
200	6	6	0	8	—2
250	9	10	+1	11	—1
320	12	14	+2	14	0
400	15	17	+2	17	0
500	18	19	+1	20	—1
640	20	21	+1	22	—1
800	22	23	+1	24	—1
1000	24	25	+1	26	—1
1250	26	27	+1	28	—1
1600	28	29	+1	30	—1
2000	30	31	+1	32	—1
2500	32	33	+1	34	—1
3200	34	35	+1	36	—1
Сумма неблагоприятных отклонений			2 *дб*	—	18,5 *дб*

Среднее неблагоприятное отклонение равно: $2 : 15 = 0{,}13$ *дб* < 2 *дб*.

После того как кривую *IV* сдвинули в лучшую сторону на 2 *дб*, сумма неблагоприятных отклонений стала равна 18,5 *дб*, а среднее неблагоприятное отклонение — $18{,}5 : 15 = 1{,}2$ *дб* < 2 *дб*.

Показатель звукоизоляции $E_y = +2$ *дб*.

6. Рассчитать звукоизоляцию от ударного звука междуэтажного перекрытия, состоящего из железобетонной плиты толщиной 12 *см* и пола из линолеума на теплостойкой мягкой резине толщиной 5 *мм*. Определить, отвечает ли она требованиям, предъявляемым к звукоизоляции перекрытий жилых зданий.

Вес 1 $м^2$ перекрытия: $p=0{,}12 \cdot 2400=290$ $кг/м^2$.

Поэтому в качестве кривой требуемого снижения приведенного уровня ударного звука следует взять кривую *IV*.

Определяем продолжительность стандартного удара по слою мягкой резины толщиной 5 *мм*, пользуясь кривой *3* графика рис. 90: $\tau=2{,}4 \cdot 10^{-3}$ *сек*.

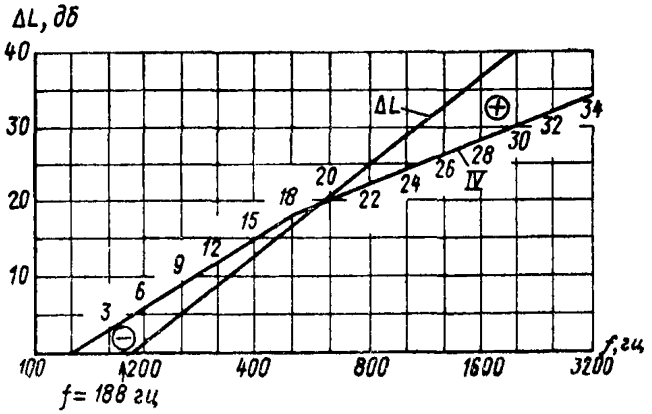


Рис. 101. Построение частотной характеристики снижения приведенного уровня ударного звука за счет устройства пола из линолеума на упругой подкладке

Резонансная частота по формуле (134) равна: $f_0=\dfrac{0{,}45}{2{,}4 \cdot 10^{-3}}=$ $=188$ *гц*.

Строим график рис. 101: из точки $f_0=188$ *гц* проводим прямую с наклоном 12 *дб* на октаву. На график наносим кривую *IV*. Показатель звукоизоляции $E_y=+1$ *дб*. Конструкция перекрытия удовлетворяет нормативным требованиям, так как $E_y=+1$ *дб* $>E_y=0$ *дб*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Раздел I

Ограждающие конструкции зданий

Глава 1. Общие требования 5

Глава 2. Общие требования, предъявляемые к наружным и внутренним стенам 22

Конструкции наружных стен 28
Классификация, рекомендации по конструктивным решениям и применяемые материалы . . . —
Кирпичные (каменные) стены 29
Крупноблочные стены 30
Панельные стены 33
Стыки панелей наружных стен 45

Глава 3. Внутренние стены 51

Внутренние стены и перегородки . . . . . —
Особенности проектирования стен производственных зданий 58
Особенности проектирования стен производственных сельскохозяйственных зданий 65
Шкафы-перегородки 71

Глава 4. Перекрытия и полы 75

Назначение полов и общие положения их проектирования . . . . . —
Классификация крупнопанельных перекрытий . 78
Конструирование междуэтажных перекрытий . 80
Конструирование подвесных самонесущих потолков 88
Конструирование полов 90

Глава 5. Покрытия, чердачные перекрытия и крыши . . . 101

Общие указания . . . . . —
Покрытия 102
Чердачные перекрытия 118
Кровли и водостоки 119

Глава 6. Окна, световые проемы и другие виды светопрозрачных ограждений 124

Указания по выбору светопрозрачных ограждений . . . . . —

Стр.

Материалы для светопрозрачных ограждений 128
Расчеты общего коэффициента светопропускания светопроемов 130
Очистка остекления 138
Окна, балконные двери и фонари . . . . . —
Дополнительные указания по заполнению проемов промышленных зданий 153
Стекложелезобетонные конструкции 156

Раздел II

Теплотехнические и влажностные расчеты ограждающих конструкций

Глава 7. Теплофизические характеристики строительных материалов 163

Глава 8. Расчетные температуры и влажности наружного и внутреннего воздуха 175

Расчетные параметры наружного воздуха . . . —
Расчетные параметры внутреннего воздуха помещений 181

Глава 9. Методы расчета сопротивления теплопередаче ограждений 185

Глава 10. Методы расчета теплоустойчивости помещений и ограждений 217

Глава 11. Методы расчета теплоусвоения полов 256

Глава 12. Методы расчета сопротивления воздухопроницанию ограждений 267

Глава 13. Методы расчета влажностного состояния наружных ограждающих конструкций 277

Раздел III

Звукоизоляция ограждающих конструкций

Глава 14. Звукоизоляция ограждающих конструкций 304

Общие указания . . . . . —
Нормативные требования к звукоизоляции ограждающих конструкций . . . . . —
Конструктивные мероприятия по звукоизоляции ограждающих конструкций 310
Расчет звукоизоляции однослойных и раздельных ограждений от воздушного звука 317
Расчет звукоизоляции междуэтажных перекрытий от воздушного и ударного звуков 323
Требования к производству и приемке работ . 333

Стр.

Раздел IV

Долговечность ограждающих конструкций

Глава 15. Методы оценки долговечности ограждающих конструкций 337

Раздел V

Экономика тепло-звукоизоляции зданий

Глава 16. Технико-экономические показатели теплоизоляционных материалов 353

Глава 17. Определение оптимального сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий 369

Приложения. 399

Научно-исследовательский институт
строительной физики
Госстроя СССР

**ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

* * *

Стройиздат
Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9

* * *

Редактор издательства Л. Н. Кузнецова
Технический редактор З. С. Мочалина
Корректор Е. Н. Кудрявцева

Сдано в набор 18/II 1967 г. Подписано к печати 10/VIII 1967 г.

Т-11532 Формат 84×108$^{1}/_{32}$. 6,94 бум. л. 23,31 усл. печ. л. (уч.-изд. 26,11 л.) Тираж 30 000 экз. Изд. № XII-647. Зак. № 442. Цена 1 р. 41 к.

Владимирская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б

gost.e-ecolog.ru