

Л. Д. БОГУСЛАВСКИЙ
В. С. МАЛИНА

**САНИТАРНО-
ТЕХНИЧЕСКИЕ
УСТРОЙСТВА
ЗДАНИЙ**

Леонтий Давыдович Богуславский
Валентина Семеновна Малина

**САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ**

Заведующая редакцией В. Г. Акатова

Редактор Л. Б. Лохова
Художественный редактор Т. А. Дурасова
Технический редактор Л. А. Григорчук
Корректор В. В. Кожуткина

ИБ № 2127

Изд. № Стр.—339. Сдано в набор 21.06.79. Подп. в печать 05.02.80.
Т-03868. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Объем 13,86 усл. печ. л. 13,80 уч.-изд. л.
Тираж 60 000 экз. Зак. № 2518. Цена 55 коп.

Издательство «Высшая школа»,
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Хохловский пер., 7.

Л. Д. БОГУСЛАВСКО-
В. С. МАЛИНА

САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ПЕРЕРЕБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Управлением кадров
и учебных заведений Мосгорисполкома
в качестве учебника
для учащихся жилищно-коммунальных
и строительных техникумов



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1980

ББК 38.76

Б14

УДК 696/697

Рецензент:

Л. А. Бартоломей (преподаватель строительного и жилищно-коммунального техникума Мосгорисполкома).

Богуславский Л. Д., Малина В. С.

Б14 Санитарно-технические устройства зданий: Учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1980. — 263 с., ил.

В пер.: 55 к.

В книге освещены вопросы проектирования, монтажа и эксплуатации систем отопления, холодного и горячего водоснабжения, вентиляции, газоснабжения и канализации в жилых и общественных зданиях.

Предназначается для учащихся отделения «Техническая эксплуатация зданий» жилищно-коммунальных и строительных техникумов, а также может служить практическим пособием для инженерно-технического персонала, эксплуатирующего санитарно-технические устройства.

Б $\frac{30210-124}{001(01)-80}$ 214—80

3206000000

6С9.3/5
ББК 38.76

© Издательство «Высшая школа», 1974
© Издательство «Высшая школа», 1980, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

В нашей стране непрерывно возрастает объем строительно-монтажных работ и по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. капитальные вложения, затраченные на эти работы, составят более 621 млрд. руб.

Быстрыми темпами увеличивается объем жилищно-коммунального строительства. За период с 1945 по 1977 г. в СССР появилось 706 новых городов. В настоящее время строится более 2,3 млн. квартир в год, т. е. 110—112 млн. м² общей жилой площади.

Значительно повышается комфортность жилищ и уровень оснащения их инженерным оборудованием. Так, в РСФСР к началу 1975 г. в общественном жилищном фонде центральным отоплением было оборудовано 81,7%, а горячим водоснабжением — 72% всей жилой площади. К 1980 г. уровень обеспеченности этими устройствами достигнет 90 и 80%.

Перечисленные мероприятия должны способствовать решению главной задачи десятого пятилетия — обеспечению значительного подъема материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства и технического прогресса, роста производительности труда и повышения качества выпускаемой продукции.

При эксплуатации санитарно-технических устройств важно обеспечить безаварийную работу и повышение их экономической эффективности, экономию электроэнергии и топлива.

Для безаварийной эксплуатации санитарно-технических устройств важнейшее значение имеют: их наладка, проверка качества монтажа и соответствия их проекту при приемке устройств в эксплуатацию, организация постоянного надзора за их работой, своевременный осмотр и ремонт устройств. Кроме того, необходимо постоянное повышение квалификации обслуживающего персонала.

Возможности повышения производительности труда в жилищно-коммунальном хозяйстве велики, так как в настоящее время уровень механизации работ в нем составляет всего 46%. Повышения производительности труда

персонала, обслуживающего санитарно-технические устройства, достигают за счет автоматизации и диспетчеризации их работы. Эти мероприятия обычно повышают и экономичность эксплуатации устройств, так как необходимые для автоматизации или диспетчеризации капитальные вложения окупаются за счет снижения эксплуатационных затрат достаточно быстро — в срок, меньший нормативной (предельно допустимой) величины срока окупаемости капитальных вложений (8,3 года).

Учебник написан в соответствии с программой учебной дисциплины «Санитарно-технические устройства зданий» для специальности № 1205, утвержденной 17 марта 1976 г. Первое издание книги вышло в 1968 г., второе, переработанное — в 1974 г.

Третье издание учебника значительно отличается от предыдущих: изменена методика изложения отдельных разделов, заменен устаревший материал в соответствии с современными достижениями науки и техники, на основании новых ГОСТов исправлена терминология и условные обозначения, применяемые в санитарно-технических схемах. Учитывая, что учебник предназначен для учащихся техникумов, для облегчения изучения курса физические величины даны параллельно — в МКГС и рядом в скобках в Международной системе единиц (СИ).

Авторы выражают глубокую благодарность преподавателям строительного и жилищно-коммунального техникума Мосгорисполкома Л. А. Бартоломей и Л. В. Рыжичковой за ценные советы и замечания, сделанные ими при рецензировании учебника.

Авторы

Раздел первый

ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЙ

§ 1.1. Общие сведения о передаче тепла

Передача тепла через наружные ограждения зданий — стены, окна, покрытия — происходит, если наружная температура ниже температуры воздуха внутри помещения, и осуществляется одновременно теплопроводностью, конвекцией и лучеиспусканием (излучением).

Передача тепла теплопроводностью. Тепло распространяется в ограждении за счет теплопроводности путем непосредственного соприкосновения его частиц, имеющих различную температуру. Количество тепла Q_T (ккал/ч или Вт), передаваемого за счет теплопроводности через плоскую однородную стену, зависит от ее площади F (м^2), разности температур ее внутренней τ_1 и наружной τ_2 поверхностей, толщины стены δ (м) и коэффициента теплопроводности* материала λ [ккал/($\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) или Вт/($\text{м} \cdot \text{K}$)], из которого устроена стена.

Согласно закону Фурье,

$$Q_T = \frac{\lambda}{\delta} F (\tau_1 - \tau_2). \quad (\text{I.1})$$

Величину λ принимают по данным СНиП II-3—79, прилож. 3. Для материала слоя наружного ограждения λ не является постоянной — она зависит от плотности этого материала (ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$), его влажности, влажностного режима помещений и зоны влажности, в которой находится данный населенный пункт.

Для керамзитобетона и шлакобетона в зависимости от плотности коэффициент теплопроводности принимает следующие значения:

* Коэффициент теплопроводности равен количеству тепла, проходящего через 1 м^2 поверхности стены толщиной 1 м за 1 ч при разности температур $\tau_1 - \tau_2 = 1^\circ \text{C}$.

	ρ , кг/м ³	λ , ккал/(м·ч·°С) [Вт/(м·К)]
Керамзитобетон	500	0,15 (0,17)
	1000	0,28 (0,31)
Шлакобетон	1200	0,4 (0,46)
	1800	0,73 (0,78)

При повышении влажности наружных ограждений их поры частично заполняются водой, имеющей теплопроводность в несколько раз большую, чем воздух, который вода вытеснила из пор. Соответственно повышается и величина коэффициента теплопроводности материала. Если для керамзитобетона плотностью 1200 кг/м³ при объемной влажности 5% $\lambda = 0,38$ ккал/(м·ч·°С) [0,44 Вт/(м·К)], то при увеличении влажности до 30% λ возрастает до 0,49 ккал/(м·ч·°С) [0,57 Вт/(м·К)]. Уменьшение сопротивления теплопередаче влажной стены в свою очередь приводит к дальнейшему ее усиленному отсыреванию, которое продолжается до тех пор, пока находящаяся в порах кладки вода не начнет превращаться в лед. Теплопроводность льда в четыре раза больше теплопроводности воды, и поэтому отсыревание стены (после появления в ее кладке льда) будет усиливаться. Следовательно, необходимо бороться с явлением увлажнения наружных ограждений зданий.

Различают четыре влажностных режима помещений: сухой (при относительной влажности* воздуха помещений ϕ менее 50%); нормальный ($\phi = 50 \div 60\%$), влажный ($\phi = 61 \div 75\%$) и мокрый (ϕ более 75%).

Зоны влажности наружного воздуха различают: сухие, нормальные и влажные. Определение зон влажности производят по схематической карте, помещенной в СНиП II-3—79 гл. «Строительная теплотехника».

Минимальные величины коэффициентов теплопроводности материалов наружных ограждений принимают при сочетаниях: 1) сухого или нормального влажностного режима помещений и сухой зоны влажности; 2) сухого влажностного режима помещений и нормальной зоны влажности. При этих условиях расчетную величину λ принимают по данным СНиП II-3—79, прилож. 3, исходя из условий эксплуатации ограждений А.

* Относительная влажность (%) — отношение весового количества водяных паров, содержащихся в воздухе при данной температуре, к весовому количеству паров, насыщающих воздух при той же температуре.

При иных условиях эксплуатации влажность материалов повышается и величина λ возрастает; ее принимают по данным той же таблицы СНиПа, но исходя из условий эксплуатации *Б*. Так, величина λ керамзитобетона плотностью 1000 кг/м³ составит в условиях эксплуатации ограждения *А* 0,28 ккал/(м·ч·°С) [0,33 Вт/(м·К)], а при условиях *Б* — 0,35 ккал/(м·ч·°С) [0,41 Вт/(м·К)], т. е. увеличивается на 20 %.

Передача тепла конвекцией. Конвективный теплообмен осуществляется перемещающимися частицами жидкости или газа. При передаче тепла через наружное ограждение конвективный теплообмен осуществляется потоком воздуха, движущимся вдоль наружной и внутренней поверхностей наружного ограждения.

Количество тепла, передаваемого конвекцией, ккал/ч (Вт), определяют по формуле Ньютона:

$$Q_k = \alpha_k F (t_1 - t_2), \quad (1.2)$$

где α_k — коэффициент конвекции, ккал/(м²·ч·°С) [Вт/(м²·К)]; F — площадь поверхности ограждения, м²; t_1 — температура среды, отдающей тепло (при отдаче тепла внутренним воздухом ограждению — это температура воздуха, а при отдаче тепла ограждением наружному воздуху — это температура наружной поверхности ограждения); t_2 — температура среды, воспринимающей тепло (в первом из приведенных выше случаев — это температура внутренней поверхности ограждения, а во втором — температура наружного воздуха).

Передача тепла излучением является результатом теплообмена между телами, имеющими различную температуру. Носителем теплового излучения являются электромагнитные колебания.

Количество тепла, передаваемого излучением, ккал/ч (Вт)

$$Q_{\lambda} = \alpha_{\lambda} F (t_1 - t_2), \quad (1.3)$$

где α_{λ} — коэффициент теплообмена излучением, измеряемый в ккал/(м·ч·°С) [Вт/(м·К)]; остальные обозначения те же, что в формуле (1.2).

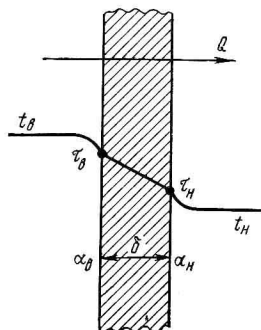
Передача тепла через ограждения. При определении потерь тепла через наружные ограждения исходят из наличия стационарного режима теплопередачи, т. е. постоянства температур внутреннего и наружного воздуха. В этом случае количество тепла, проходящего

через ограждение, будет равно количеству тепла, проходящего через его внутреннюю и наружную поверхности.

На рис. I.1 показан процесс теплопередачи через однослойное ограждение здания.

Количество тепла, воспринимаемого внутренней поверхностью ограждения, ккал/ч (Вт)

$$Q_v = \alpha_v F (t_v - \tau_v), \quad (I.4)$$



где α_v — коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности наружного ограждения, являющийся суммой коэффициентов конвекции α_k и лучеиспускания $\alpha_{л.}$. Коэффициент теплоотдачи α_v равен количеству тепла, воспринимаемого 1 м^2 внутренней поверхности ограждения за 1 ч при разности температур внутри помещения t_v и этой поверхности τ_v , равной 1°C .

Для внутренних поверхностей стен, полов и потолков $\alpha_v = 7,5 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C})$ [8,7 кВт/(\text{м}^2 \cdot \text{K})].

Количество тепла, проходящего через ограждение, ккал/ч (Вт),

$$Q_\tau = \frac{\lambda}{\delta} F (\tau_v - \tau_n), \quad (I.5)$$

где τ_n — температура наружной поверхности ограждения, $^\circ \text{C}$ (K).

Количество тепла, отданного наружной поверхностью ограждения наружному воздуху, ккал/ч (Вт),

$$Q_o = \alpha_n F (\tau_n - t_n), \quad (I.6)$$

где α_n — коэффициент теплоотдачи у наружной поверхности ограждения ($\alpha_n = \alpha_k + \alpha_{л.}$); коэффициент теплоотдачи равен количеству тепла, отдаваемого 1 м^2 наружной поверхности ограждения за 1 ч при разности температур этой поверхности (τ_n) и наружного воздуха (t_n), равной 1°C . Для наружных стен и бесчердачных покрытий $\alpha_n = 20$, для поверхностей, выходящих на чердак, — 10, для поверхностей над холодными подвалами и подпольями — 5 ккал/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{C}) [23,2; 11,6 и 5,8 кВт/(\text{м}^2 \cdot \text{K})].

При стационарном режиме теплопередачи, ккал/ч (Вт)

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{т}} = Q_{\text{о}} = Q.$$

Из уравнений (I.4) — (I.6) находим:

$$t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}} = \frac{Q}{F} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}; \quad \tau_{\text{в}} - \tau_{\text{н}} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{\delta}{\lambda}; \quad \tau_{\text{н}} - t_{\text{н}} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}.$$

Суммируя три температурные разности, получим

$$t_{\text{в}} - t_{\text{н}} = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right),$$

откуда Q , ккал/ч (Вт):

$$Q = F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} = F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) K, \quad (\text{I.7})$$

где K — коэффициент теплопередачи ограждения

$$\left(K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \right), \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})].$$

Если $F = 1 \text{ м}^2$, а $t_{\text{в}} - t_{\text{н}} = 1$, то $Q = K$.

Если ограждение многослойное (например, керамзитобетонные стеновые панели, состоящие из слоя керамзита и фактурных слоев), то его коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч·°C) [Вт/(м²·K)]

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}}, \quad (\text{I.8})$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ — коэффициенты теплопроводности первого, второго и последующих слоев ограждения; $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ — толщина тех же слоев, м.

Величина R_0 , обратная коэффициенту теплопередачи, называется сопротивлением теплопередаче наружного ограждения, м²·ч·°C/ккал [м²·K/Вт]:

$$R_0 = \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (\text{I.9})$$

где $R_{\text{в}} = 1/\alpha_{\text{в}}$ — сопротивление тепловосприятию у внутренней поверхности; $R_1 = \delta_1/\lambda_1$ — термическое сопротив-

ление соответствующих слоев ограждения; $R_n = 1/\alpha_n$ — сопротивление теплоотдаче у наружной поверхности. Остальные обозначения прежние.

Сопротивление теплопередаче равно разности температур, необходимой для того, чтобы через 1 м² поверхности ограждения за 1 ч была передана 1 ккал тепла, ккал/ч (Вт)

$$Q = \frac{F(t_n - t_h)}{R_0}. \quad (1.7a)$$

Многие конструкции наружных ограждений имеют не только материальные слои, но и воздушные прослойки (чердачные перекрытия, стены колодезной кладки и др.), что объясняется низким коэффициентом теплопроводности воздуха. Следовательно, воздушные прослойки выполняют роль тепловой изоляции и не требуют применения строительных материалов. Передача тепла через воздушные прослойки является сложным процессом, так как в нем участвуют все три способа этой передачи — теплопроводность, конвекция и лучеиспускание, а величина теплового потока, проходящего через воздушные прослойки, зависит от их толщины, направления этого потока (сверху вниз, снизу вверх) и других факторов.

При наличии воздушных прослоек сопротивление теплопередаче ограждения, м²·ч·°С/ккал (м²·К/Вт)

$$R_0 = R_{в.п} + R_1 + R_2 + \dots + R_{в.п} + R_n, \quad (1.10)$$

где $R_{в.п}$ — термическое сопротивление воздушных прослоек (принимается по СНиП II-3—79, прилож. 4).

Наличие сопротивления тепловосприятию снижает температуру внутренней поверхности ограждения $t_{в}$ (см. рис. I.1) по сравнению с температурой внутреннего воздуха $t_{в}$. Из-за сопротивления теплоотдаче у наружной поверхности ограждения температура последней выше температуры наружного воздуха t_n .

§ 1.2. Определение требуемых сопротивлений теплопередаче наружных ограждений зданий

Температуры внутренней $t_{в}$ и наружной t_n поверхностей ограждения зависят от величины его термического сопротивления. При стационарном режиме теплопередачи количество тепла, проходящего через ограждение,

равно количеству тепла, проходящего через внутреннюю поверхность ограждения, ккал/(м²·ч·°C) [Вт/(м²·К)]:

$$Q = \frac{t_b - t_n}{R_o} = (t_b - \tau_b) \alpha_b. \quad (I.11)$$

При уменьшении толщины ограждения или увеличении коэффициентов теплопроводности его материалов термическое сопротивление слоя R и, следовательно, сопротивление теплопередаче ограждения R_o снизятся до R'_o , а потери тепла через последнее увеличатся до Q' . Так как режим теплопередачи останется стационарным, равенство (I.11) не нарушится, но изменится температура внутренней поверхности ограждения (τ'_b):

$$Q' = \frac{t_b - t_n}{R'_o} = (t_b - \tau'_b) \alpha_b. \quad (I.11a)$$

Но $R'_o < R_o$, а $\frac{t_b - t_n}{R'_o} > \frac{t_b - t_n}{R_o}$,

поэтому равенство (I.11a) возможно только при условии $t_b - \tau_b < t_b - \tau'_b$, значит $\tau_b > \tau'_b$.

Следовательно, при снижении сопротивления теплопередаче наружного ограждения R_o температура его внутренней поверхности падает.

При соприкосновении с холодной внутренней поверхностью ограждения температура омывающего его воздуха снижается, а относительная влажность воздуха увеличивается. Если последняя достигнет 100%, то на внутренней поверхности ограждения начнется конденсация водяных паров и увлажнение конструкции ограждения, что недопустимо по санитарно-гигиеническим требованиям.

Увлажнение конструкции приводит к дальнейшему снижению сопротивления теплопередаче и к дополнительному падению температуры внутренней поверхности ограждения, а также к повышению увлажнения. Поэтому сопротивление ограждения теплопередаче должно быть достаточным для того, чтобы конденсации водяных паров на внутренней поверхности ограждения не происходило даже в тех случаях, когда фактические коэффициенты теплопроводности материалов ограждения больше расчетных (материалы имеют большие объемные массы или влажность).

Соответствующая минимально допустимая величина сопротивления теплопередаче ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{С} / \text{ккал}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$)

$$R_o^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) R_{\text{в}}}{\Delta t^{\text{н}}}, \quad (\text{I.12})$$

где n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху (для наружных стен и покрытий, чердачных перекрытий с кровлей из штучных материалов, перекрытий над проездами или холодными — без ограждающих стенок, подпольями в северной строительно-климатической зоне $n=1$; для перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, чердачных перекрытий с кровлей из рулонных материалов, перекрытий над холодными с ограждающими стенками подпольями и холодными этажами в северной строительно-климатической зоне $n=0,9$; для перекрытий над неотапливаемыми подвалами, имеющими окна в наружных стенах $n=0,75$, а при отсутствии окон $n=0,6$; для перекрытий над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли $n=0,4$. $R_{\text{в}}$ — сопротивление тепловосприятию у внутренней поверхности ограждения; $\Delta t^{\text{н}}$ — разность между температурой внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ и температурой внутренней поверхности ограждения $t_{\text{в}}$ (для наружных стен жилых зданий, больниц, поликлиник, детских садов-яслей и школ $\Delta t^{\text{н}}=6^\circ$, в иных общественных и административных зданиях, а также вспомогательных помещениях и зданиях промышленных предприятий $\Delta t^{\text{н}}=7^\circ$. Для бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий величины $\Delta t^{\text{н}}$ равны для жилых зданий, больниц, детских яслей-садов — 4° , поликлиник и школ — $4,5^\circ$, в иных общественных и административных зданиях — $5,5^\circ$, а для перекрытий над подвалами, подпольями и неотапливаемыми помещениями $\Delta t^{\text{н}}=2^\circ$ в жилых зданиях, больницах и детских яслях-садах и $2,5^\circ$ — в прочих зданиях; $t_{\text{н}}$ — расчетная зимняя температура наружного воздуха, величина которой принимается в зависимости от степени массивности соответствующего наружного ограждения по табл. I. СНиП II-3—79, гл. «Строительная теплотехника».

Степень массивности наружных ограждений устанавливают по характеристике их тепловой инерции D , оп-

ределяемой по формуле

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n = \frac{\delta_1}{\lambda_1} S_1 + \frac{\delta_2}{\lambda_2} S_2 + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} S_n, \quad (I.13)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ — термические сопротивления отдельных слоев ограждения; $S_1, S_2, \dots, S_n$ — коэффициенты теплоусвоения материалов отдельных слоев;

$$S = 0,51 \sqrt{\lambda c \gamma_{06}} \text{ ккал} \cdot (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}), (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}), \quad (I.14)$$

где c — удельная теплоемкость материала, принимаемая по СНиП II-3-79, прилож. 3, ккал/(кг·°C) [Дж/(кг·К)]; γ_{06} — плотность материала, принимаемая по данным той же таблицы, кг/м³.

Различают ограждающие конструкции с большой инерционностью ($D < 7$), со средней инерционностью ($4 < D \leq 7$), с малой инерционностью ($1,2 < D \leq 4$) и безынерционные ($D < 1,5$). Для конструкций с большой инерционностью величину t_n принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки, при малой их инерционности — равной средней температуре наиболее холодных суток, при средней инерционности — среднюю из указанных температур, а для безынерционных ограждающих конструкций величина t_n равна абсолютно-минимальной температуре.

Пример 1. Определить соответствие сопротивления теплопередаче стены жилого дома в г. Тамбове величине R_o^{TP} . Стена выполнена из обыкновенного глиняного кирпича толщиной в 2,5 кирпича (0,64 м) плотностью 1800 кг/м³ и оштукатурена изнутри слоем штукатурки в 1,5 см. Город Тамбов находится в сухой зоне территории СССР, а влажностный режим жилых помещений — нормальный, следовательно, коэффициент теплопроводности слоев стены следует принимать при условиях эксплуатации А. Они равны по СНиП II-3-79 (приложение 3): для кирпичной кладки 0,6 и для штукатурки сложным раствором — 0,6 ккал/(м·ч·°C) ($\gamma_{06} = 1700$ кг/м³). Удельная теплоемкость кладки — 0,21, а штукатурки — 0,2 ккал/(кг·°C) [0,88 и 0,84 Дж/(кг·К)].

Ориентировочно принимаем, что ограждение массивное. Для г. Тамбова средняя температура самой холодной пятидневки равна -27° (СНиП II-3-79 прилож. 3); $t_b = 18^\circ$.

$$R_o^{TP} = \frac{18 - (-27)}{7,5 \cdot 6} = 1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C} / \text{ккал} (0,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}).$$

Характеристики тепловой инерции ограждения:

$$S_{\text{кладки}} = 0,51 \sqrt{0,6 \cdot 0,21 \cdot 1800} = 8,0 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) [6,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})];$$

$$S_{\text{штукат}} = 0,51 \sqrt{0,6 \cdot 0,2 \cdot 1700} = 7,1 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) [6,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})];$$

$$D = \frac{0,64 \cdot 8}{0,6} + \frac{0,015 \cdot 7,1}{0,6} = 8,7 > 7.$$

Следовательно, стена массивная, и расчетная температура наружного воздуха принята правильно.

Сопrotивление теплопередаче стены

$$R_o = \frac{1}{7,5} + \frac{0,64}{0,60} + \frac{0,015}{0,60} + \frac{1}{20} = 1,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}/\text{ккал}$$

$$(1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}),$$

что больше R_o^{TP} на 27%, поэтому конденсация содержащихся в воздухе помещения водяных паров на внутренней поверхности стены невозможна.

Если бы здание имело не кирпичные стены, а стеновые однослойные керамзитобетонные панели ($\delta = 0,3 \text{ м}$; $\lambda = 0,28$; $s_1 =$

$$= 0,51 \sqrt{0,28 \cdot 1000 \cdot 0,2} = 4), \text{ то } D = \frac{0,3 \cdot 4,15}{0,3} = 4,15 < 7,0$$

(ограждение средней массивности).

Таблица 1.1

Величина R_o^{TP} для окон и балконных дверей жилых и общественных зданий

Наименование зданий	$t_{\text{в}} - t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$R_o^{\text{TP}}, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{ккал}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$)
Жилые здания, больницы, поликлиники, детские ясли-сады, школы	Менее 25	0,2 (0,17)
	От 26 до 44	0,4 (0,34)
	Свыше 44 до 49	0,44 (0,38)
	Свыше 49	0,6 (0,52)
Общественные здания (кроме указанных выше)	Менее 30	0,18 (0,15)
	От 30 до 49	0,36 (0,28)
	Свыше 49	0,56 (0,48)

Для г. Тамбова средняя температура наиболее холодных суток равна -32° , а расчетная $t_{\text{н}}$ для ограждения средней массивности:

$$t_{\text{н}} = \frac{-32 + (-27)}{2} = -29,5^\circ;$$

$$R_o^{TP} = \frac{18 - (-29,5)}{7,5 \cdot 6} = 1,05 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С/ккал} (0,90 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт});$$

$$R_o = \frac{1}{7,5} + \frac{0,3}{0,3} + \frac{1}{20} = 1,18 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С/ккал} (1,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}),$$

что больше R_o^{TP} на 12%.

Величина R_o^{TP} заполнений окон и балконных дверей жилых и общественных зданий зависит от разности температур внутреннего и наружного воздуха; последнюю принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки (табл. I.1).

При выборе типа переплетов, исходя из условия, что сопротивление теплопередаче $R_o \geq R_o^{TP}$, принимают следующие величины R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С/ккал}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$):

Для одинарных переплетов (одинарное остекление)	0,2(0,17)
Для двойных спаренных переплетов (двойное остекление)	0,4(0,34)
Для двойных раздельных переплетов (двойное остекление)	0,44(0,38)
Для тройных переплетов — одинарный + спаренный (тройное остекление) . . .	0,6(0,52)

Пример 2. Определить допустимые в условиях г. Тамбова типы оконных переплетов для жилых домов ($t_n = -27^\circ$ и $t_v - t_n = 45^\circ$).

Из табл. I.1 следует, что $R_o^{TP} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С/ккал}$. Следовательно, допустимо применение раздельных двойных переплетов.

§ I.3. Расчет потерь тепла через наружные ограждения зданий

Основные потери тепла через ограждения, ккал/ч (Вт)

$$Q = \frac{F(t_v - t_n)}{R_o} n, \quad (I.15)$$

где n — поправочный коэффициент, принимаемый по формуле (I.12).

Площади наружного ограждения. Правила определения площади ограждения F показаны графически на рис. I.2; поверхность окон и дверей определяют по наименьшим размерам соответствующих проемов в свету, поверхность потолков и полов — по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен. Высоту стен первого этажа считают от уровня чистого пола этажа до того же уровня