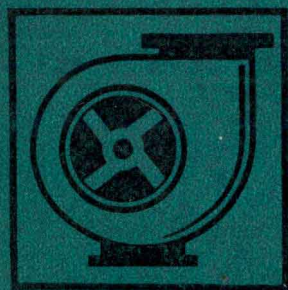


В.Ф.Дроздов

САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ



МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1980

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	4
Глава I. Отопление	6
§ 1. Основные сведения по строительной теплотехнике	6
§ 2. Расчет потерь тепла ограждениями	13
§ 3. Классификация систем отопления	30
§ 4. Печное отопление	31
§ 5. Нагревательные приборы для систем центрального отопления	34
§ 6. Центральные системы отопления	44
§ 7. Водяные системы отопления	45
§ 8. Гидравлический расчет трубопроводов систем центрального отопления	51
§ 9. Детали устройства водяных систем отопления	71
§ 10. Паровые системы отопления	78
§ 11. Системы панельно-лучистого отопления	85
§ 12. Котлы и котельные установки	86
§ 13. Централизованное теплоснабжение	92
Глава II. Вентиляция	98
§ 14. Характеристика воздушной среды помещений	98
§ 15. Определение вентиляционных обменов	100
§ 16. Основные виды устройства вентиляции	103
§ 17. Устройство естественной вентиляции	104
§ 18. Механическая вентиляция	115
§ 19. Нагревание воздуха	116
§ 20. Устройства для очистки воздуха от пыли	119
§ 21. Кондиционирование воздуха	122
§ 22. Воздушное отопление	124
Глава III. Газоснабжение	126
§ 23. Общие сведения	126
§ 24. Внутридомовая газовая сеть	127
§ 25. Газовые приборы	129
Глава IV. Водоснабжение	132
§ 26. Источники и системы водоснабжения	132
§ 27. Водоснабжение зданий	134
§ 28. Установки для повышения напора во внутренних водопроводах	140
§ 29. Противопожарный водопровод	143
§ 30. Поливочный водопровод	144
§ 31. Расчет внутреннего водопровода	144
§ 32. Горячее водоснабжение	145
§ 33. Основы расчета систем горячего водоснабжения	150
Глава V. Канализация	153
§ 34. Общие сведения	153
§ 35. Внутренняя канализация	153
§ 36. Расчет внутренней канализации	161
§ 37. Устройство наружной канализационной сети	162
§ 38. Очистка сточных вод	163
§ 39. Мусороудаление	164
Глава VI. Производство санитарно-технических работ и эксплуатация систем	165
§ 40. Методы ведения работ	165
§ 41. Организация заготовительных мастерских	167
§ 42. Монтаж, пуск, наладка и испытание систем отопления	168
§ 43. Эксплуатация систем отопления	172
§ 44. Монтаж и эксплуатация систем вентиляции	174
§ 45. Монтаж систем газоснабжения	177
§ 46. Монтаж систем холодного и горячего водоснабжения	178
§ 47. Монтаж внутренней канализации	178
§ 48. Испытание систем горячего водоснабжения, водопровода, канализации и газоснабжения	179
Список литературы	185

В. Ф. ДРОЗДОВ

САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ

Издание третье, переработанное
и дополненное

*Допущено Управлением руководящих кадров
и учебных заведений Министерства строительства предприятий
тяжелой индустрии в качестве учебника для учащихся
строительных техникумов, обучающихся по специальностям
«Промышленное и гражданское строительство»
и «Строительство водопроводных
и канализационных сетей и сооружений»*



Москва Стройиздат 1980

ББК 38.76
Д 75
УДК 696/697(075.3)

Рецензент: инж. А. Г. Бурнаев

Дроздов В. Ф.

Д 75 Санитарно-технические устройства зданий:
Учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и
доп. — М.: Стройиздат, 1980. — 184 с., ил.

Приведены основные сведения о санитарно-технических устройствах зданий и даны указания по расчету их основных элементов. Изложены основы строительной теплотехники, отопления, вентиляции, газоснабжения, водоснабжения и канализации. Рассмотрены вопросы производства санитарно-технических работ. Материал второго издания обновлен в соответствии с новыми техническими решениями.

Учебник предназначен для учащихся строительных техникумов, обучающихся по специальностям «Промышленное и гражданское строительство» и «Строительство водопроводных и канализационных сетей».

Д $\frac{30210-237}{047(01)-80}$ 175—80. 3206000000

ББК 38.76
6С9.3+6С9.4

© Стройиздат, 1975

© Стройиздат, 1980, с изменениями

ВАЛЕНТИН ФЕДОРОВИЧ ДРОЗДОВ

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ

Редакция литературы по инженерному оборудованию
Зав. редакцией *И. П. Скворцова*
Редактор *Г. А. Лебедева*
Мл. редактор *А. А. Минаева*
Внешнее оформление художника *М. Н. Бочковской*
Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
Корректор *Н. С. Сафронова*

ИБ № 1800

Сдано в набор 23.11.79. Подписано в печать 10.04.80. Т-07434
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная»
Печать высокая. Печ. л. 11,5. Усл. печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 12,35
Тираж 40 000 экз. Изд. № АПІІ-7255. Зак. 1477. Цена 35 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ноябрьский (1979 г.) Пленум ЦК КПСС наметил новые высокие рубежи развития народного хозяйства страны. Принципиальное значение для совершенствования и развития нашего государства имеют советы и рекомендации, высказанные Генеральным Секретарем ЦК КПСС, Председателем Президиума Верховного Совета СССР товарищем Л. И. Брежневым в книгах «Возрождение» и «Малая земля», а также во время поездки по районам Сибири и Дальнего Востока.

В статье 21 Конституции СССР указано, что наше государство заботится об улучшении условий и охране труда. Значительная роль в деле создания благоприятных условий для высокопроизводительного труда, а также для улучшения быта и отдыха населения отводится санитарно-техническим устройствам зданий: отоплению, вентиляции, водоснабжению и канализации. Поэтому необходимо, чтобы учащиеся не только ознакомились с конструкциями и оборудованием санитарно-технических систем и методами их расчета, но и могли самостоятельно решать задачи, встречающиеся в практике. В связи с тем, что описать все существующие системы в одной книге не представляется возможным, автор поставил перед собой задачу рассмотреть в объеме программы основные, чаще всего применяемые устройства.

Учебник написан в соответствии с программой курса «Санитарно-технические устройства зданий». Третье издание учебника переработано с учетом новых нормативных документов.

Автор приносит благодарность инженеру А. Г. Бурнаеву за ценные замечания, сделанные ими при рецензировании и просмотре рукописи настоящего издания.

ВВЕДЕНИЕ

К санитарно-техническим устройствам зданий относятся системы отопления и вентиляции зданий, централизованного теплоснабжения поселков и городов, снабжения горячей водой и газоснабжения зданий, а также системы водоснабжения и канализации.

Отопление и вентиляция устраиваются для обеспечения в помещениях гигиенических параметров воздушной среды, необходимых для человека. В цехах промышленных предприятий помимо указанного должны соблюдаться в соответствии с требованиями технологического процесса определенные значения температуры, влажности, подвижности воздуха, содержания в нем механических примесей, не превышающих допустимого уровня, и др.

Большой путь развития прошла отопительная техника от древнейшей угольной жаровни до современных центральных систем отопления с автоматическим регулированием. Стремление к сохранению теплоты в помещении по окончании горения топлива вызвало появление печей. В совершенствовании конструкций печей большая роль принадлежит нашей отечественной технике. Центральные водяные и паровые системы начали применяться в начале прошлого века. В России в 1834—1841 гг. получили известность установки водяного отопления, созданные П. Г. Соболевским.

Конец XIX и начало XX в. отмечены интенсивным развитием отопительной техники. В этот же период широкое развитие получила и вентиляционная техника. Следует отметить, что в создании научных основ вентиляции существенную роль сыграла работа М. В. Ломоносова «О вольном движении воздуха, в рудниках при- меченном» (1763 г.).

В 1832 г. А. А. Саблуковым предложен и с успехом стал применяться центробежный вентилятор для вентиляции помещений на судах русского флота. В 1884 г. И. И. Флавицкий опубликовал работу, в которой было показано, что самочувствие человека зависит от комплексного воздействия температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и барометрического давления.

Однако подлинно широкое развитие отопительная и особенно вентиляционная техника получила только после Великой Октябрьской социалистической революции.

Советским законодательством предусматривается создание условий, делающих труд человека здоровым и высокопроизводительным. В Программе Коммунистической партии Советского Союза указывается, что «всемерное оздоровление и облегчение условий труда — одна из важных задач подъема народного благосостояния».

Вопросами создания рациональных отопительно-вентиляционных систем, с помощью которых наилучшим образом решались бы задачи удовлетворения санитарно-гигиеническим требованиям жилищ и промышленных предприятий, в нашей стране занимаются специальные научно-исследовательские и проектные институты. В СССР

решены многие теоретические и практические вопросы по совершенствованию и созданию новых систем отопления и вентиляции. В настоящее время широкое применение получают установки по кондиционированию воздуха, автоматически поддерживающие в помещении заданный искусственный климат при любой наружной температуре и влажности.

В соответствии с планом ГОЭЛРО было положено начало применению в Советском Союзе теплофикации — комбинированной выработке на тепловых электростанциях (теплоэлектроцентралях) электрической и тепловой энергии.

В 1924 г. Государственная электрическая станция в Ленинграде впервые начала давать кроме электроэнергии горячую воду, используемую для снабжения жилых, общественных и промышленных зданий.

В настоящее время по развитию теплофикации наша страна занимает первое место в мире.

Снабжение водой и отведение сточной (загрязненной) жидкости также являются важнейшими народнохозяйственными задачами. Потребность городов, поселков и предприятий в воде удовлетворяется централизованными системами водоснабжения, составляющими комплекс устройств для забора воды, ее очистки, хранения и транспортирования к потребителю. Отведение сточной жидкости, ее очистка и выпуск в водоем осуществляются комплексом канализационных сооружений.

Особенно большое развитие водопроводных и канализационных сооружений началось после Великой Октябрьской социалистической революции.

Совершенствованию техники водоснабжения и канализации способствовали работы Н. Е. Жуковского, В. Г. Шухова, К. М. Игнатов, Н. Н. Геніева, С. Н. Строганова и др.

Широкое развитие в нашей стране получило газоснабжение городов, поселков и сельских населенных мест. Газом снабжаются жилые дома, коммунальные и промышленные предприятия. Газоснабжение жилых зданий значительно улучшает условия быта населения. Применение газа в городском хозяйстве, промышленности и энергетике обеспечивает более высокие коэффициенты полезного действия соответствующих установок.

Глава I. ОТОПЛЕНИЕ

§ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКЕ

В холодное время года, когда наружная температура ниже температуры внутреннего воздуха, помещение теряет тепло через ограждения. Процесс передачи тепла через ограждение является весьма сложным, поэтому (для облегчения изучения) его разделяют на более простые виды теплообмена: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

ТЕПЛООБМЕН

Теплообмен теплопроводностью. Процесс распространения тепла в теле путем непосредственного соприкосновения его частиц, имеющих различную температуру, называется теплопроводностью.

Количество теплоты Q_t , ккал/ч, передаваемой теплопроводностью через плоскую однородную стенку в направлении, перпендикулярном ее поверхности, определяется, согласно закону Фурье, по формуле

$$Q_t = \frac{\lambda}{\delta} F (t_1 - t_2), \quad (1.1)$$

где λ — коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), равный количеству тепла, которое проходит через 1 м² площади в течение 1 ч при температурном градиенте, равном единице (на 1 м пути теплового потока);

δ — толщина ограждения, м;

F — площадь поверхности ограждения, м²;

t_1 и t_2 — температура соответственно внутренней и внешней поверхности ограждения, °С.

Коэффициент теплопроводности λ зависит от таких физических характеристик материала, как объемная масса γ , влажность ϕ и температура t .

С увеличением объемной массы материала, его влажности и температуры коэффициент теплопроводности, как правило, возрастает. Так, например, коэффициент теплопроводности сырой стены в 2—3 раза выше теплопроводности сухой стены из того же материала.

Конвективный теплообмен. Явление конвекции состоит в том, что теплообмен между твердым телом и жидкостью (или газом) осуществляется перемещающимися в пространстве частицами жидкости или газа. Одновременно тепло внутри жидкости и газа передается также и теплопроводностью.

Расчет конвективного теплообмена Q_k , ккал/ч, производится по уравнению Ньютона:

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

где α_k — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С);

F — площадь поверхности теплообмена (поверхность ограждения), м²;

$t_1 - t_2$ — расчетная разность температур ($t_1 > t_2$).

Конвективный теплообмен в основном зависит от интенсивности движения потока (жидкости). Существенное влияние оказывают на него положение теплоотдающей поверхности (горизонтальное

или вертикальное) и направление теплового потока (снизу вверх или сверху вниз). Так, например, при расположении греющей поверхности сверху и, следовательно, при направлении теплового потока сверху вниз $\alpha_k \approx 0$.

Теплообмен излучением — перенос лучистой энергии с одного тела на другое. Носителем теплового излучения являются электромагнитные колебания. Процесс их распространения называется тепловым излучением, лучеиспусканием или радиацией.

Теплообмен излучением происходит между телами с различной температурой. При теплообмене излучением между двумя поверхностями, расположенными параллельно, количество теплоты $Q_{\text{л}}$, ккал/ч, воспринимаемой поверхностью с меньшей температурой, определяется по закону Стефана—Больцмана:

$$Q_{\text{л}} = c_{\text{пр}} F [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4], \quad (1.3)$$

где F — площадь поверхности излучения, м²;

T_1 и T_2 — абсолютные температуры поверхности, К ($T_1 = 273 + t_1$; $T_2 = 273 + t_2$);

$c_{\text{пр}}$ — приведенный коэффициент лучеиспускания двух противостоящих друг другу тел, ккал/(м² · ч · К⁴);

$$c_{\text{пр}} = \frac{1}{1/c_1 + 1/c_2 - 1/c_0};$$

здесь c_1 и c_2 — коэффициенты лучеиспускания соответственно первой и второй поверхностей с температурой T_1 и T_2 ;

c_0 — коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела, равный 4,9 ккал/(м² · ч · К⁴).

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ

Если в одно и то же время измерить температуру внутри помещения $t_{\text{в}}$ и на внутренней поверхности ограждения $\tau_{\text{в}}$, а также температуру на наружной поверхности ограждения $\tau_{\text{н}}$ и температуру наружной среды $t_{\text{н}}$, то получим кривую температур, изображенную на рис. 1.1.

Теплопередача через ограждения включает в себя передачу тепла от внутренней среды к внутренней поверхности ограждения Q_1 , передачу тепла теплопроводностью через тело ограждения Q_2 и от наружной поверхности к наружной среде Q_3 .

Количество тепла Q_1 , воспринимаемого внутренней поверхностью ограждения площадью F , м², определяется по формуле

$$Q_1 = \alpha_{\text{в}} F (t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}}), \quad (1.4)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ — коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения (коэффициент тепловосприятости), ккал/(м² · ч · °С), равный количеству теплоты, воспринимаемой за 1 ч 1 м² площади поверхности ограждения при разности температур внутри помещения и внутренней поверхности 1°.

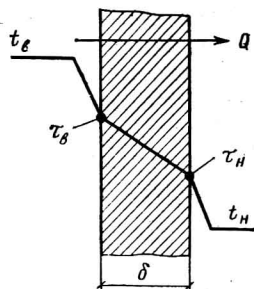


Рис. 1.1. Теплопередача через плоскую стенку при установившемся тепловом потоке

Количество тепла Q_2 , проходящего через ограждение толщиной δ , м, и площадью F , м²,

$$Q_2 = \frac{\lambda}{\delta} F (\tau_B - \tau_H). \quad (1.5)$$

Количество тепла Q_3 , отданного наружной поверхностью ограждения площадью F , м², наружному воздуху, находится из выражения

$$Q_3 = \alpha_H F (\tau_H - t_H), \quad (1.6)$$

где α_H — коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения (коэффициент теплоотдачи), ккал/(м²·ч·°C), равный количеству теплоты, отдаваемой за 1 ч с 1 м² площади поверхности ограждения при разности температур поверхности ограждения и наружного воздуха 1°.

Из уравнений (1.4)—(1.6) для температурной разности последовательно находим:

$$t_B - \tau_B = \frac{Q_1}{\alpha_B F};$$

$$\tau_B - \tau_H = \frac{Q_2 \delta}{\lambda F};$$

$$\tau_H - t_H = \frac{Q_3}{\alpha_H F}.$$

При стационарном режиме (установившемся тепловом потоке) $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$. Тогда, суммируя разности температур, получим общую разность температур (тепловой напор):

$$t_B - t_H = \frac{Q}{F} \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H} \right). \quad (1.7)$$

Принимая $F = 1$ м² и $t_B - t_H = 1^\circ$, приведем уравнение (1.7) к виду:

$$Q = \frac{1}{1/\alpha_B + \delta/\lambda + 1/\alpha_H} = K. \quad (1.8)$$

Уравнением (1.8) определяется количество тепла, проходящего через единицу площади поверхности (1 м²) в единицу времени (1 ч) при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1°. Это количество тепла называется коэффициентом теплопередачи плоского ограждения K , ккал/(м²·ч·°C).

Если ограждение состоит из нескольких материальных слоев, то коэффициент теплопередачи такого ограждения равен:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \sum (\delta/\lambda) + \frac{1}{\alpha_H}}. \quad (1.9)$$

где $\sum (\delta/\lambda)$ — сумма термических сопротивлений всех материальных слоев ограждения (см. ниже).

Коэффициент K характеризует передачу тепла через плоскую стену теплопроводностью, конвекцией и излучением.

Так, коэффициент тепловосприимчивости α_v является суммой двух слагаемых:

$$\alpha_v = \alpha_k + \alpha_{\text{л}},$$

где α_k — коэффициент конвекции;

$\alpha_{\text{л}}$ — коэффициент излучения.

Аналогичный физический смысл представляет и коэффициент теплоотдачи α_n .

Сопротивление теплопередаче ограждения (термическое сопротивление) R характеризуется величиной, обратной коэффициенту теплопередачи:

$$R = 1/K = 1/\alpha_v + \delta/\lambda + 1/\alpha_n, \quad (1.10)$$

или

$$R = R_v + R_t + R_n,$$

где $R_v = 1/\alpha_v$; $R_t = \delta/\lambda$ и $R_n = 1/\alpha_n$ — сопротивления соответственно тепловосприимчивости, теплопроводности и теплоотдаче.

Сопротивление теплопередаче R — разность температур, необходимая для того, чтобы через 1 м^2 площади поверхности ограждения за 1 ч прошла 1 ккал тепла.

Сопротивление тепловосприимчивости R_v — разность температур, необходимая для перехода 1 ккал тепла от внутреннего воздуха к 1 м^2 площади внутренней поверхности ограждения за 1 ч .

Сопротивление теплопроводности R_t — разность температур, необходимая для перехода 1 ккал тепла через толщу ограждения (с площадью поверхности 1 м^2) за 1 ч .

Сопротивление теплоотдаче R_n — разность температур, необходимая для перехода 1 ккал тепла от 1 м^2 площади наружной поверхности ограждения к наружному воздуху за 1 ч .

Термическое сопротивление имеет размерность $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ \text{С} / \text{ккал}$.

Если ограждение является многослойным, то термическое сопротивление его будет:

$$R = \frac{1}{\alpha_v} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n}. \quad (1.11)$$

Коэффициент теплопроводности λ твердых тел значительно выше, чем воздуха, поэтому естественно стремление применять в строительных конструкциях воздушные прослойки в качестве тепловой изоляции.

Сопротивление теплопередаче многослойных конструкций с воздушными прослойками выражается формулой

$$R = \frac{1}{\alpha_v} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \sum R_{\text{в.п}} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1.12)$$

где $\sum R_{\text{в.п}}$ — термическое сопротивление воздушных прослоек; значения термических сопротивлений воздушных прослоек принимают по опытным данным.

Зная коэффициент теплопередачи K или термическое сопротивление $R = 1/K$, можно определить потери тепла Q , ккал/ч, ограждениями:

$$Q = KF (t_v - t_n); \quad (1.13)$$

$$Q = \frac{1}{R} F (t_v - t_n). \quad (1.14)$$

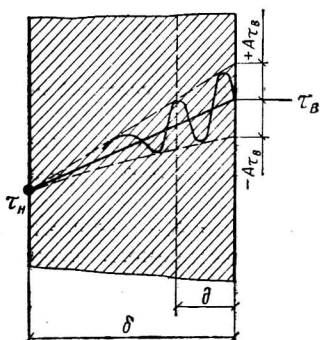
ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДЕНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

При изменении наружной температуры или при резком колебании теплоотдачи отопительных приборов будет изменяться температура внешней поверхности ограждения по его толщине и, что особенно важно, внутренней поверхности ограждения.

Свойство ограждений помещения сопротивляться изменениям температуры и тепловых потоков называется теплоустойчивостью.

Чем меньше будут колебания температуры внутренней поверхности (при различных колебаниях температуры наружного воздуха), тем более теплоустойчивым является ограждение. Отсюда следует, что проектируемые ограждения необходимо проверять на теплоустойчивость.

Рис. 1.2. Колебание температуры в толще ограждения при периодическом тепловом потоке (нестационарный режим)



Установлено, например, что при печном отоплении теплоотдача печи и соответственно температура воздуха помещения и температура внутренней поверхности наружного ограждения изменяются по закону правильной гармонической функции, т. е. теплоотдача печи Q , температура воздуха помещения t_v и температура внутренней поверхности ограждения t_v будут отклоняться от нормальных расчетных значений соответственно на $\pm A_q$, $\pm A_{t_v}$, $\pm A_{\tau_v}$, где A_q , A_{t_v} , A_{τ_v} — амплитуды колебаний теплового потока, температуры воздуха помещения и температуры внутренней поверхности ограждения.

Соответственно изменениям температуры внутренней поверхности ограждения изменяется температура и в самой толще конструкции (рис. 1.2). На этом рисунке прямая линия $\tau_v - \tau_n$ показывает изменение температур в толще ограждения при соответствии теплоотдачи отопительного прибора теплопотерям ограждения (при стационарном тепловом потоке), волнообразная линия — температуру по всей толщине ограждения при соответствующих изменениях температуры внутренней поверхности ограждения. Несмотря на изменение температуры по всей толщине ограждения, заметные или рез-

кие колебания температуры происходят в пределах небольшой части ограждения или в пределах так называемого слоя резких колебаний. Толщина этого слоя δ , м, может быть определена по формуле

$$\delta = \sqrt{\frac{z\lambda}{2\pi c\gamma}}, \quad (1.15)$$

где z — период колебания теплового потока, ч;

c — удельная теплоемкость материала ограждения, ккал/(кг·°С);

γ — объемная масса материала ограждения, кг/м³.

При решении практических задач, связанных с нестационарными процессами передачи тепла, нужно (например, при печном отоплении) выявить количество тепла, воспринимаемого ограждением при колебаниях температуры на его внутренней поверхности.

Количество тепла, воспринимаемого 1 м² площади внутренней поверхности ограждения при повышении температуры ее на 1° за 1 ч, называется коэффициентом теплоусвоения S .

Коэффициент теплоусвоения S , ккал/(м²·ч·°С), представляет собой отношение амплитуды колебания теплового потока A_q к амплитуде колебания температуры внутренней поверхности ограждения A_{t_B} , т. е. $S = A_q/A_{t_B}$.

Величина A_q , ккал/(м²·ч·°С), определяется из выражения

$$A_q = \frac{1}{1/\alpha_B + 1/S} = B. \quad (1.16)$$

Величина B , называемая коэффициентом теплопоглощения поверхностью ограждения, представляет собой амплитуду колебания теплового потока A_q , проходящего через поверхность ограждения при амплитуде колебания температуры воздуха помещения 1°.

Для определения коэффициента B следует определить величину коэффициента теплоусвоения S , ккал/(м²·ч·°С), зависящего от коэффициента теплопроводности материала λ , удельной теплоемкости c , объемной массы материала ограждения γ и периода z :

$$S = \sqrt{2\pi c\gamma\lambda/z}. \quad (1.17)$$

Следует указать, что формула (1.17) применима только для ограждения, в котором слой резких колебаний температуры не выходит за пределы первого материального слоя со стороны внутренней поверхности ограждения (например, штукатурки).

Исследования показали, что количество тепла, усваиваемого внутренней поверхностью ограждения, зависит от того, ограничивается ли слой резких колебаний температуры одним (первым со стороны внутренней поверхности ограждения) материальным слоем или же захватывает второй, третий или n -й материальные слои.

Так, если слой резких колебаний температуры проникает в пределы второго материального слоя, коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения определяется из выражения

$$S_{B2} = \frac{R_1 S_1^2 + S_2}{1 + R_1 S_2}. \quad (1.18)$$

Таким образом, при определении коэффициента теплоусвоения следует предварительно выявить, сколько материальных слоев ограждения захватывает слой резких колебаний температуры.

Используя формулы (1.15) и (1.17), а также зависимость $R = \delta/\lambda$, получим:

$$RS = \delta/\partial = D. \quad (1.19)$$

Произведение RS называется условной толщиной слоя D резких колебаний температуры и по своему существу является характеристикой тепловой инерции ограждения.

Очевидно, что если $D = 1$ (рис. 1.3), то слой резких колебаний температуры совпадает с толщиной материального слоя $\partial = \delta$.

Если $D > 1$, то толщина слоя резких колебаний температуры находится в пределах материального слоя, не доходя до его границы ($\partial < \delta$). Если же $D < 1$, то толщина слоя резких колебаний температуры больше толщины материального слоя ($\partial > \delta$).

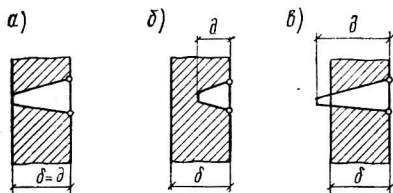


Рис. 1.3. Слой резких колебаний температуры в однослойном ограждении при различных значениях величины D
 $a - D = 1$; $б - D > 1$; $в - D < 1$

Выражение (1.19) относится к ограждению, состоящему из одного материального слоя. Если

ограждение состоит из нескольких материальных слоев, то граница слоя резких колебаний температуры находится аналогично.

Характеристика тепловой инерции многослойного ограждения определяется из выражения

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n. \quad (1.20)$$

В этом случае слой резких колебаний температуры при $D = 1$ захватывает полностью и последний материальный слой ограждения:

$$\partial = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n.$$

При $D > 1$ толщина слоя резких колебаний температуры находится в пределах какого-либо из материальных слоев: например, при $R_1 S_1 = 1$ слой резких колебаний находится на границе первого материального слоя; при $R_1 S_1 + R_2 S_2 = 1$ слой резких колебаний заканчивается на границе второго материального слоя; если $R_1 S_1 + R_2 S_2 > 1$, то слой резких колебаний температуры проникает во второй материальный слой, не доходя до его границы.

При $D < 1$ толщина слоя резких колебаний температуры больше суммарной толщины всех материальных слоев, составляющих ограждение.

В зависимости от того, в каком материальном слое ограждения оканчивается слой резких колебаний температуры ∂ , можно определить величину коэффициента теплоусвоения, используя соответствующую формулу, например (1.17), (1.18) и др.

Колебания температуры внутреннего воздуха в зимнее время не должны превышать при центральном отоплении $\pm 1,5^\circ$ и при печном отоплении $\pm 3^\circ$ в течение суток.

Амплитуда колебания температуры внутреннего воздуха $A_{t_{\text{в}}}$ определяется по формуле

$$A_{t_{\text{в}}} = \frac{0,7MQ}{\Sigma (BF')} = \frac{0,7MQ}{P}, \quad (1.21)$$

где M — коэффициент неравномерности отдачи тепла отопительным устройством (для центрального водяного отопления $M = 0,1$; для печного отопления $M = 0,1 \div 1$);

Q — теплотепература наружными ограждениями, ккал/ч;

B — коэффициент теплопоглощения поверхностями ограждения;

F' — площадь поверхностей, м^2 , по внутреннему обмеру;

$\Sigma (BF') = P$.

Для проверки теплоустойчивости наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий при воздействии на них солнечной радиации в летнее время (если среднемесячная температура июля 20°C и выше) выявляется амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждения (методика расчета $A_{t_{\text{в}}}$ в летних условиях приведена в главе СНиП II-3-79).

§ 2. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ОГРАЖДЕНИЯМИ

Расчет теплотеператур можно начинать только тогда, когда выявлены расчетные температуры в соответствии с назначением помещений, известны конструкции ограждения, принципиально решен вопрос о виде отопления, предполагаемого к использованию в рассматриваемых помещениях, и установлено, что конструкции удовлетворяют теплотехническим требованиям.

РАСЧЕТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Расчетная внутренняя температура в помещениях должна удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к помещениям, в которых пребывают люди.

По действующим нормам расчетная внутренняя температура регламентируется для так называемой рабочей зоны помещений, верхняя отметка которой располагается на высоте 2 м от пола. Для жилых и общественных зданий внутренняя расчетная температура принимается равной $18\text{--}20^\circ\text{C}$, для производственных — в пределах $12\text{--}16^\circ\text{C}$.

Расчетная (отопительная) температура наружного воздуха. Наружная температура зависит от географического положения данной местности и изменяется в течение суток, в течение года и по годам.

На какую наружную температуру следует рассчитывать отопительные устройства при определении потерь тепла ограждения? Наблюдения показали, что кратковременные изменения наружной

температуры не сказываются немедленно на температуре воздуха помещения. Это объясняется способностью ограждающих конструкций аккумулировать тепло. Поэтому за расчетную (зимнюю) наружную температуру t_n при проектировании систем центрального отопления всегда (при определении потерь тепла ограждениями) принимают среднюю температуру наиболее холодных в данной местности пятидневок из восьми зим, выбранных за 50-летний период (см. главу СНиП II-33-75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования», табл. 4, параметры Б).

ВЫБОР ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Кроме прочностных и конструктивных требований ограждающие конструкции должны удовлетворять теплотехническим, санитарно-гигиеническим и технико-экономическим требованиям. Теплотехнические и санитарно-гигиенические свойства ограждений характеризуются их сопротивлением теплопередаче и теплоустойчивостью.

Для обеспечения нормальной терморегуляции тело человека отдает тепло в окружающую среду. Это тепло передается: теплопроводностью, конвекцией, лучеиспусканием, с влагой, испаряемой телом, а также содержащейся в выдыхаемом воздухе. Потери тепла телом путем лучеиспускания зависят от температуры внутренней поверхности ограждений. Слишком большая разность температур воздуха помещения и внутренней поверхности ограждения может вызвать дискомфортные условия.

Кроме того, разность температур ($t_v - \tau_v$) должна быть такой, чтобы на внутренней поверхности ограждения не происходило выпадения конденсата. Следовательно, температура внутренней поверхности ограждения должна быть не ниже температуры точки росы θ (температурой точки росы называется та температура, до которой нужно охладить ненасыщенный воздух, чтобы он стал насыщенным при сохранении постоянного влагосодержания).

Однако уменьшение разности $t_v - \tau_v$ связано с увеличением сопротивления теплопередаче, т. е. в итоге с увеличением толщины ограждения и увеличением его стоимости. Поэтому сопротивление теплопередаче должно быть не меньше требуемых значений R_o^{TP} .

Таким образом, установление теплотехнической характеристики наружных ограждений сводится к определению сопротивления теплопередаче ограждения R_o ($R_o \geq R_o^{TP}$); определению разности температур: $\Delta t = t_v - \tau_v$ (Δt должна быть не больше нормируемой); проверке на отсутствие конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения ($\tau_v > \theta$); проверке ограждения на теплоустойчивость, а также на воздухопроницаемость.

Сопротивление теплопередаче наружных ограждений (наружные стены и перекрытия) R_o , $m^2 \cdot ^\circ C / kкал$, должно быть не менее вели-

чины, определяемой, согласно главе СНиП II-3-79, по формуле

$$R_o^{TP} = \frac{n(t_b - t_n) R_b}{\Delta t^n} \text{ или } R_o^{TP} = \frac{n(t_b - t_n)}{\Delta t^n \alpha_b}, \quad (I.22)$$

где t_b — расчетная температура внутреннего воздуха, °C;
 t_n — расчетная зимняя температура наружного воздуха, °C, принимаемая при определении R_o^{TP} в зависимости от степени массивности наружного ограждения — характеристики тепловой инерции;

Δt^n — нормируемый температурный перепад между температурой воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, град;

α_b — коэффициент тепловосприятости;

n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху (относится, как правило, к чердачным перекрытиям, имеющим над собой кровлю);

R_b — сопротивление тепловосприятости, м²·ч·°C/ккал.

За расчетную температуру наружного воздуха t_n принимается (при определении R_o^{TP}):

а) средняя температура воздуха наиболее холодных пятидневок из восьми зим за 50-летний период — для массивных ограждений большой инерционности ($D > 7$);

б) средняя температура воздуха наиболее холодных суток из восьми зим за 50-летний период — для легких ограждений малой инерционности

$$(1,5 < D < 4);$$

в) средняя температура наиболее холодных трех суток, определяемая как средняя из двух температур, указанных в п. «а» и «б», — для ограждений средней инерционности ($4 < D \leq 7$);

г) абсолютная минимальная температура для ограждений безынерционных ($D < 1,5$).

Параллельно с определением R_o^{TP} ведется расчет (и корректировка) сопротивления теплопередаче — фактическое R_o [по формуле (I.11)].

Величина R_o^{TP} для наружных дверей не нормируется. Для внутренних ограждений R_o^{TP} нормируется только в тех случаях, когда разность температур в разделяемых помещениях превышает 10°. Для остекленных поверхностей наружных ограждений (окон, балконных дверей и фонарей) R_o^{TP} следует принимать по табл. 9 СНиП II-3-79.

Выбор конструкций заполнения световых проемов, удовлетворяющих R_o^{TP} , можно производить по приложению 6 СНиП II-3-79.

Теплоустойчивость полов характеризуется показателем теплоусвоения S , определяемым по формулам СНиП II-3-79. Эта величина должна быть не более указанной в табл. 11 СНиП II-3-79 [для полов жилых помещений S_n^H должна быть не более 10 ккал/(м²·ч·°C)].

При определении фактических величин сопротивления теплопередаче наружных ограждений R_o следует иметь в виду, что коэффициент теплопроводности материала ограждений λ зависит от ха-