МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НОРМИРОВАНИЮ РАСХОДОВ ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МУ 34-70-079-84

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1984

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НОРМИРОВАНИЮ РАСХОДОВ ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МУ 34-70-079-84

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1984

Р А З Р А Б О Т А Н О предприятием "Сибтехэнерго" и Московским головным предприятием Союзтехэнерго

И С П О Л Н И Т Е Л И В.Ф.РЫБАЛКО, В.Н.КОМАРОВ, Н.Б.КОБЕЛЕВА (Сибтехэнерго), Л.Д.САТАНОВ (МГП Союзтехэнерго)

С О Г Л А С О В А Н О с Научно-исследовательским институтом планирования и нормативов при Госплане СССР

Заместитель директора А.С.ХРЯЩЕВ

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 07.07.84 г.

Начальник В.И.ГОРИН

© СПО Союзтехэнерго, 1984.

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Литературный редактор Ф.С.Кузьминская
Технический редактор Н.Д.Архипова
Корректор В.Д.Алексеева

Подписано к печати 07.12.84 | Формат 60х84 1/16
Печ.л. 5,25 (усл.печ.л.4,88) Уч.-изд.л. 5,9 | Тираж 1650 экз.
Заказ № 422/м Издат. № 152/84 | Цена 88 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул.Ивана Бабушкина, д.23, корп.2

УДК 621.311.22.~~007.1~~:697.92 М.452

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НОРМИРОВАНИЮ РАСХОДОВ ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МУ 34-70-079-84

Срок действия установлен
с 01.01.85 г.
до 01.01.95 г.

До выхода настоящих Методических указаний отсутствовали единые требования по составлению (расчету) норм расхода тепла на отопление и вентиляцию производственных зданий ТЭС. Отсутствие норм расхода тепла не позволяет правильно учитывать теплопотребление на отопление и вентиляцию и, следовательно, правильно рассчитывать технико-экономические показатели работы ТЭС.

По ряду причин, определяемых типом установленного оборудования, архитектурно-планировочными решениями производственных зданий, климатическими условиями зоны расположения ТЭС, типом ограждающих конструкций и видом топлива, составление единых норм расхода тепла на отопление и вентиляцию зданий ТЭС не представляется возможным.

Руководствуясь настоящими Методическими указаниями, следует определять нормативные расходы тепла на отопление и вентиляцию производственных зданий с учетом индивидуальных особенностей для конкретной ТЭС.

Сопоставление полученных нормативных расходов тепла с фактическим теплопотреблением позволит оценивать рациональность расходования тепла на отопление и вентиляцию, намечать и выполнять мероприятия по достижению нормативных расходов тепла.

Нормирование расходов тепла на отопление и вентиляцию производственных зданий ТЭС будет способствовать повышению уровня эксплуатации систем отопления и вентиляции, устранению перерасходов тепла на собственные нужды.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.I. Основные положения

I.I.I. Нормирование расхода тепловой энергии (тепла) - это установление плановой меры ее потребления.

I.I.2. Норма расхода тепла на отопление и вентиляцию производственных зданий - это плановый показатель его расхода на обогрев зданий за определенный период в определенных климатических условиях.

I.I.3. Основными показателями нормирования расходов тепла на отопление и вентиляцию на уровне энергопредприятия являются индивидуальные и групповые нормы.

I.I.4. Индивидуальная норма расхода тепла на отопление и вентиляцию - это плановое значение расхода тепла на обогрев, которое устанавливается для зданий производственного назначения при определенных эксплуатационных условиях. Индивидуальные нормы используются для расчета групповых норм.

I.I.5. Групповая норма - это плановое значение расхода тепла на отопление и вентиляцию хозяйственным объектом на соответствующем уровне планирования (в данном случае - на уровне электростанции) при обогреве зданий для принятых в планируемом периоде режима эксплуатации, размера производства продукции и климатических условиях. Групповая норма является общепроизводственной нормой.

I.I.6. В нормы расхода тепла на отопление и вентиляцию не включаются затраты тепла, вызванные отступлениями от установленных режимов работы оборудования, принятой технологии, и другие нерациональные затраты, а также затраты тепла на строительство и капитальный ремонт зданий и сооружений, монтаж и наладку нового технологического оборудования, отпуск тепла внешним потребителям (для поселков, детским учреждениям, клубам и т.п.). Эти расходы тепла должны нормироваться отдельно.

I.2. Классификация производственных зданий ТЭС по характеру избытков явного тепла и схемам общеобменной вентиляции

I.2.I. Производственные здания тепловых электростанций по характеру (режиму) теплопотребления делятся на две категории в зависимости от значения избытков явного тепла (ГОСТ I2.I.005-76).

К первой категории относятся производственные здания со значительными избытками явного тепла [более 20 ккал/(м^3·ч)] : главные корпуса, пусковые и пуско-отопительные котельные.

Ко второй категории относятся производственные здания с незначительными избытками явного тепла [не более 20 ккал/(м^3·ч)] : инженерно-бытовые корпуса, объединенные вспомогательные корпуса, помещения насосных и др.

I.2.2. В производственных зданиях ТЭС первой категории следует различать по высоте следующие две зоны:

- условная рабочая зона, заключенная между нулевой отметкой и отметкой обслуживания основного технологического оборудования;
- рабочая зона, занимающая по высоте 2 м от отметки обслуживания основного технологического оборудования.

I.2.3. В производственных зданиях первой категории предусматривается постоянное (при работающем основном технологическом оборудовании) и дежурное (при неработающем оборудовании) отопление.

Расчет тепловых потерь для определения тепловой нагрузки системы постоянного отопления производится только для объема условной рабочей зоны здания.

Расчет тепловых потерь для определения тепловой нагрузки системы дежурного отопления производится для всего объема здания.

В производственных зданиях второй категории предусматривается только постоянное отопление.

I.2.4. В расчетах тепловых потерь ограждающими конструкциями принимаются теплотехнические характеристики фактически смонтированных ограждающих конструкций. Доля остекления ограждающих конструкций принимается по данным фактических измерений.

Использование в расчетах тепловых потерь главного корпуса справочных или проектных удельных тепловых характеристик не допускается.

I.2.5. В зависимости от схемы и конструктивного исполнения системы общеобменной вентиляции главные корпуса всех тепловых электростанций разделяются на пять типов (рис.I):

I-й - с общеобменной вентиляцией за счет использования аэрации;

2-й - со смешанной общеобменной вентиляцией, при которой в машинном отделении предусматривается вентиляция с использованием аэрации, а в котельном отделении - с помощью приточных установок с калориферами "на просос";

3-й - с общеобменной вентиляцией с помощью приточных установок с калориферами "на просос";

4-й - со смешанной общеобменной вентиляцией, при которой в машинном отделении предусматриваются приточные установки с механическим побуждением, а в котельном отделении - калориферы "на просос";

5-й - с общеобменной вентиляцией с помощью приточных установок с механическим побуждением.

Системы общеобменной вентиляции главных корпусов типов 3,4,5, кроме того, по доле расхода наружного воздуха в зимний период в номинальном расходе на дутьевые вентиляторы котлов подразделяются на два вида:

а - с частичным забором воздуха дутьевыми вентиляторами котлов из котельного отделения (3а,4а,5а);

б - со I00%-ным забором воздуха дутьевыми вентиляторами котлов из котельного отделения (3б,4б,5б).

Система смешанной общеобменной вентиляции котельного отделения (тип 2) может быть только с частичным забором воздуха из помещения дутьевыми вентиляторами котлов.

I.3. Классификация систем вентиляции производственных зданий ТЭС по назначению

I.3.I. По своему назначению все системы вентиляции производственных зданий ТЭС первой категории подразделяются на:

- местную;
- зональную;
- технологическую.

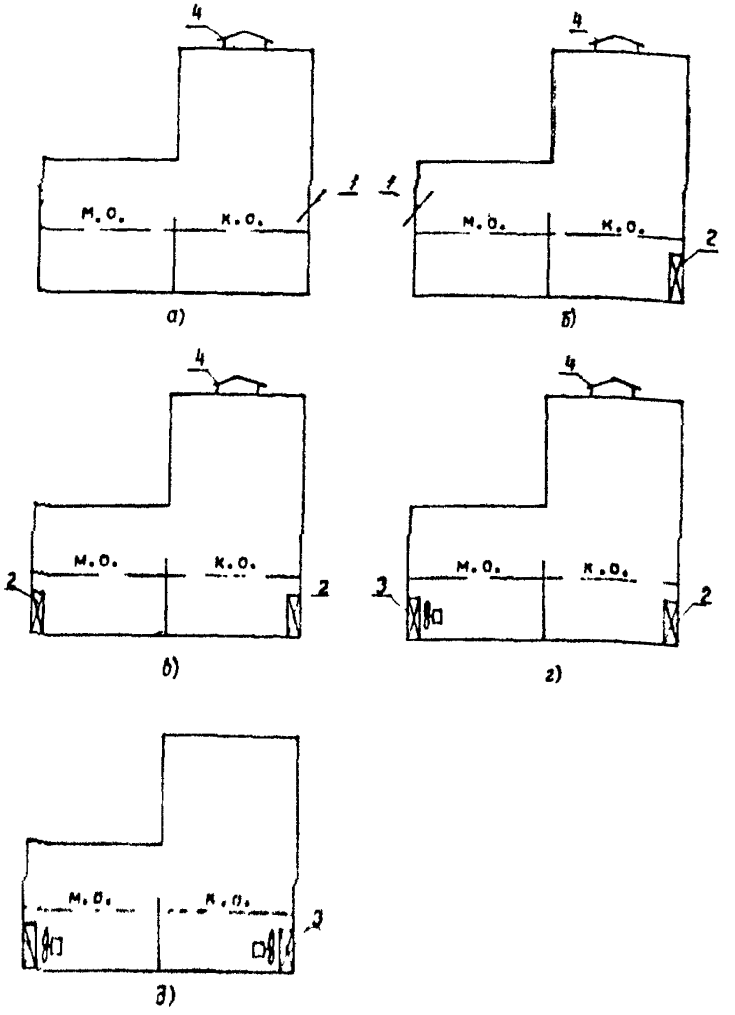


Рис.I. Схемы общеобменной вентиляции главных корпусов тепловых электростанций:

а - д - соответственно I-й - 5-й типы главных корпусов; I - открывающиеся фрамуги; 2 - калориферы "на присос"; 3 - приточные установки с механическим побуждением; 4 - фонарь в котельном отделении; м.о. и к.о. - соответственно машинное и котельное отделения

В производственных зданиях ТЭС второй категории могут иметь место только приточные установки местной системы вентиляции.

I.3.2. Конструктивно самостоятельные приточные установки зональной системы вентиляции могут иметь место только в главных корпусах типов I и 2 (машинное отделение). В главных корпусах остальных типов: 2 (котельное отделение), 3,4 и 5 приточные установки зональной системы вентиляции входят в приточные установки системы общеобменной вентиляции.

Расход наружного воздуха на зональную вентиляцию принимается для главных корпусов всех типов равным I0% суммарной производительности дутьевых вентиляторов при номинальной тепловой производительности котлов [4].

Распределение расхода воздуха на машинное и котельное отделения производится пропорционально объемам их рабочих зон.

I.4. Классификация систем вентиляции производственных зданий ТЭС по характеру распределения теплопотребления

I.4.I. Под тепловой нагрузкой на вентиляцию понимается расход тепла на нагрев наружного воздуха в специальных приточных установках, включая калориферы "на просос".

I.4.2. Тепловая нагрузка на местную и зональную вентиляцию учитывается в расходе тепла на собственные нужды электростанции

I.4.3. Тепловая нагрузка на технологическую вентиляцию для главных корпусов типов 2 (котельное отделение), 3, 4 и 5, определяемая как разность между нагрузками на общеобменную и зональную вентиляцию, учитывается только в тепловом балансе котлов.

I.4.4. Температура воздуха после приточных установок принимается в эксплуатационных расчетах по проектным данным или данным наладочной организации.

I.4.5. Расход наружного воздуха на приточные установки всех систем вентиляции, кроме зональной, при расчетах принимается по проектным данным, данным наладочной организации или фактических измерений.

I.4.6. Расход наружного воздуха на приточные установки с механическим побуждением системы общеобменной вентиляции вида б

о 100%-ным забором воздуха дутьевыми вентиляторами котлов из ко-
ельного отделения допускается, в виде исключения, принимать по
начению суммарного расхода воздуха на дутьевые вентиляторы при
оминальной тепловой производительности котлов при отсутствии за-
орного воздуховода снаружи и фонаря на кровле главного корпуса.

I.5. Характеристика норм расхода тепла

I.5.I. Норма расхода тепла на отопление производственных зда-
ий первой категории зависит от климатических условий, теплотех-
ических характеристик ограждающих конструкций и коэффициента (β)
остоев основного технологического оборудования.

I.5.2. Норма расхода тепла на отопление производственных зда-
ий второй категории зависит только от климатических условий и теп-
отехнических характеристик ограждающих конструкций.

I.5.3. Норма расхода тепла на местную вентиляцию для главных
рпусов всех типов, а также производственных зданий второй кате-
рии зависит от климатических условий, расхода и температуры
здуха на выходе из приточной установки.

I.5.4. Норма расхода тепла на зональную вентиляцию для глав-
х корпусов всех типов зависит от климатических условий, расхода
температуры воздуха на выходе из приточной установки, а также
эффициента (γ) использования номинальной тепловой производитель-
сти котлов (с учетом простоев котлов в ремонтах).

I.5.5. Норма расхода тепла на зональную вентиляцию для глав-
х корпусов типов I и 2 (машинное отделение) при отсутствии при-
чных установок зональной вентиляции должна учитываться в норме
схода тепла на отопление.

I.5.6. Норма расхода тепла на общеобменную вентиляцию (зональ-
ю и технологическую) для главных корпусов типов 4а (машинное
деление) и 5а зависит от климатических условий, расхода и темпе-
туры воздуха на выходе из приточных установок.

I.5.7. Норма расхода тепла на общеобменную вентиляцию (зо-
льную и технологическую) для главных корпусов типов 2 (котель-
е отделение), 3а,3б,4б,5б зависит от климатических условий расхо-
да и температуры выдаваемого воздуха, а также коэффициента (γ)
ользования номинальной тепловой производительности котлов (с
етом простоев котлов в ремонтах).

Зависимость норм расходов тепла от различных условий приведена в табл.I.

I.5.8. Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха определяются на единицу строительного объема производственных зданий и на градус разности расчетных температур внутреннего и наружного воздуха (в единице измерения ккал/(м³.ч.°С) или на единицу установленной тепловой производительности котлов и на градус разности расчетных температур внутреннего и наружного воздуха (в единице измерения $\frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал/(ч.°С)}}$).

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление приводятся к единой расчетной температуре наружного воздуха - 30°С.

I.5.9. Норма расхода тепла на технологическую вентиляцию предназначена только для использования на ТЭС для планирования и отчетности теплопотребления на технологические нужды, использование ее для сопоставления с аналогичной нормой других тепловых электростанций не допускается.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЭС

Расчетная тепловая нагрузка на отопление любого производственного здания ТЭС определяется по формуле

$$Q_0 = Q_{т.п} + Q_{инф} \qquad (I)$$

где Q_0 - расчетная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч;

$Q_{т.п}$ - расчетные тепловые потери через ограждающие конструкции, Гкал/ч;

$Q_{инф}$ - расчетные тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха, Гкал/ч.

2.I. Тепловые потери ограждающими конструкциями

2.I.I. Тепловые потери зданий первой категории определяются по формулам

Норма расхода тепла	Условия (параметры)						
	Расчетная температура наружного воздуха $t_н^р$, °С	Расчетная температура воздуха внутри помещения $t_в^р$, °С	Удельная тепловая характеристика здания q, $\frac{ккал}{(м^3 \cdot ч \cdot °С)}$	Коэффициент простоев основного технологического оборудования β	Расход наружного воздуха G, $м^3/ч$	Температура воздуха на выходе из приточной установки $t_в$, °С	Коэффициент использования номинальной тепловой мощности котлов δ
Отопление производственных зданий первой категории	+	+	+	+	–	–	–
Отопление производственных зданий второй категории	+	+	+	–	–	–	–
Местная вентиляция	+	–	–	–	+	+	–
Зональная вентиляция	+	–	–	–	+	+	+
Общеобменная вентиляция главных корпусов типов 4а и 5а	+	–	–	–	+	+	–
Общеобменная вентиляция главных корпусов типов 2 (котельное отделение), 3а,3б,4б и 5б	+	–	–	–	+	+	+

Примечание. + зависит; – не зависит.

для систем постоянного отопления

$$Q_{тп} = \left\{\sum F^i_{у р з}\left[K^i_{ст} + \rho^i\left(K^i_{ок} - K^i_{ст}\right)\right]\right\}\left(t^{ср}_в - t^р_н\right) 10^{-6}; \qquad (2)$$

для систем дежурного отопления

$$Q_{тп} = \left\{\sum F^i_{ст}\left[K^i_{ст} + \rho^i\left(K^i_{ок} - K^i_{ст}\right)\right] + \sum S^i K^i_{пот}\right\}\left(t^р_в - t^р_н\right)\cdot 10^{-6}, \qquad (3)$$

где $F^i_{у.р з}$ - площади стеновых ограждающих конструкций условной рабочей зоны с одинаковыми коэффициентами теплопередачи, м^2;

$K^i_{ст}$ - коэффициенты теплопередачи соответствующих стеновых конструкций, ккал/(м^2.ч.^{0}С);

ρ^i - коэффициенты остекления соответствующих ограждающих конструкций;

$K^i_{ок}$ - коэффициенты теплопередачи окон на соответствующих стеновых конструкциях, ккал/(м^2.ч.^{0}С);

$t^{ср}_в$ - средняя температура воздуха в условной рабочей зоне при постоянном отоплении, ^{0}С;

$t^р_н$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, ^{0}С;

$F^i_{ст}$ - площади всех стеновы ограждающих конструкций с одинаковыми коэффициентами теплопередачи, м^2;

S^i - площади перекрытий с одинаковыми коэффициентами теплопередачи, м^2;

$K^i_{пот}$ - коэффициенты теплопередачи соответствующих конструкций перекрытий, ккал/(м^2.ч.^{0}С);

$t^р_в$ - расчетная температура воздуха внутри помещений при дежурном отоплении, ^{0}С.

Площадь наружных стен условной рабочей зоны определяется по формуле

$$F_{у р з} = P h_{у р з}, \qquad (4)$$

где P - периметр здания, м;

$h_{у р з}$ - высота условной рабочей зоны (от нулевой отметки до отметки площадки обслуживания оборудования), м.

2.I.2. Тепловые потери зданий второй категории определяются через удельную тепловую характеристику здания по формуле

$$Q_{тп} = q V\left(t^р_в - t^р_н\right) 10^{-6}, \qquad (5)$$

где q - удельная тепловая характеристика здания, ккал/(м^3·ч·^{o}С);
V - объем здания по наружному обмеру, м^3;
$t_в^р$ - расчетная температура воздуха в отапливаемых помещениях, ^{o}С.

Удельная тепловая характеристика (q) определяется по формуле

$$q=\frac{p}{S}\left[K_{ст}+\beta_0(K_{ок}-K_{ст})\right]+\frac{1}{h}(K_{пот}-0{,}6K_{пол}); \qquad (6)$$

где S - площадь здания, м^2;
β_0 - коэффициент остекления, т.е. отношение площади остекления к площади вертикальных ограждений;
h - высота здания, м;
$K_{ст}, K_{ок}, K_{пот}, K_{пол}$ - коэффициенты теплопередачи соответственно стен, окон, потолка и пола, ккал/(м^2·ч·^{o}С)

Коэффициенты теплопередачи для смонтированных ограждающих конструкций принимаются по справочным данным или определяются расчетным путем, при этом следует иметь в виду, что сопротивление теплопередаче есть величина, обратная коэффициенту теплопередачи, т.е.

$$R = 1/K.$$

Общее сопротивление теплопередаче многослойного ограждения R_0 равно сумме сопротивлений теплопроводности отдельных материальных слоев R_i , теплопередаче воздушной прослойки $R_{в.пр}$ и теплообмену на внутренней $R_в$ и наружной $R_н$ поверхностях ограждения.

$$R_0 = R_в + \Sigma R_i + R_{в\,пр} + R_н \qquad (7)$$

Коэффициент теплопередачи ограждения K определяется в виде

$$\frac{1}{K}=R_0=\frac{1}{\alpha_в}+\Sigma\frac{\delta_i}{\lambda_i}+R_{в.пр}+\frac{1}{\alpha_н}\ , \qquad (8)$$

где $\alpha_в, \alpha_н$ - коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, ккал/(м^2·ч·^{o}С);
δ_i, λ_i - толщина (м) и теплопроводность [ккал/(м·ч·^{o}С)] i-го слоя материала ограждения.

Коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения $\alpha_в$ принимается по табл. 2 [I].

Коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения $\alpha_н$ принимается по табл.3 [I].

Термические сопротивления замкнутых воздушных прослоек $R_{в\,п}$ принимаются по табл.4 [I].

Значения необходимых для расчета величин приведены в приложениях I-8.

2.2. Тепловые потери на инфильтрацию воздуха

2.2.I. Расчетные тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха для систем дежурного и постоянного отопления зданий первой категории определяются по формуле

$$Q_{инф} = \alpha\, c\, \rho\, V (t_в^р - t_н^р) 10^{-6}, \qquad (9)$$

где α - коэффициент кратности воздухообмена;

Таблица 2

Поверхность		$\alpha_в$ ккал/(м^2.ч.^{0}С)
Стен, полов и потолков (гладких или с выступающими ребрами) при отношении h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leqslant 0,3$		7,5
Потолков с выступающими ребрами при соотношении $h/a > 0,3$		6,5

Примечание. Для потолков с кессонами при отношении $h/a > 0,3$ (где a - меньшая сторона кессона) следует принимать $\alpha_в$ - 6 ккал/(м^2.ч.^{0}С).

Таблица 3

Поверхности ограждающих конструкций	$\alpha_н$ ккал/(м^2.ч.°С)	
	Зимние условия	Летние условия
Соприкасающиеся непосредственно с наружным воздухом:		
наружные стены и заполнения световых проемов;	20	$5+10\sqrt{v}$
покрытия	20	$7,5+2,2\ v$
Непосредственно не соприкасающиеся с наружным воздухом:		
выходящие на чердак	I0	I0
над холодными подвалами и подпольями	5	5
вентилируемых воздушных прослоек и холодных (проветриваемых) подполий зданий, сооружаемых в северной строительно-климатической зоне	I5	I5

Примечание. Скорость ветра v следует принимать по СНиП П-А. 6-72: для зимних условий - равную максимальной скорости из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет I6% и более; для летних условий - минимальную скорость ветра по румбам за июль, повторяемость которой составляет I6% и более, но не менее I м/с.

Таблица 4

Толщина прослойки, мм	Значения $R_{\beta\,пр}$ (м^2.ч.°С/ккал) для горизонтальных прослоек при потоке тепла			
	снизу вверх и для вертикальных прослоек при температуре воздуха в прослойке		сверху вниз при температуре воздуха в прослойке	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
I0	0,I5	0,I7	0,I5	0,I8
20	0,I6	0,I8	0,I8	0,22
30	0,I6	0,I9	0,I9	0,24
50	0,I6	0,2	0,2	0,26

Окончание таблицы 4

Толщина прослойки, мм	Значения $R_{в\,пр}$ ($м^2 \cdot ч \cdot {}^{\circ}C/ккал$) для горизонтальных прослоек при потоке тепла			
	снизу вверх и для вертикальных прослоек при температуре воздуха в прослойке		сверху вниз при температуре воздуха в прослойке	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
I00	0,I7	0,2I	0,2I	0,27
I50	0,I8	0,2I	0,22	0,28
200-300	0,I8	0,22	0,22	0,28

Примечание. Значения $R_{в\,пр}$ определены при разности температур на поверхностях прослоек, равной I0°С. При разности температур, отличающейся от I0°С, следует вводить коэффициенты: 1,05 при 8°С; I,I при 6°С; I,I5 при 4°С и I,2 при 2°С.

V - объем здания (для систем дежурного отопления), объем условной рабочей зоны (для систем постоянного отопления), $м^3$;

$t_в^р$ - расчетная температура воздуха (для систем дежурного отопления), средняя температура воздуха условной рабочей зоны (для систем постоянного отопления), °С;

$t_н^р$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, °С.

Объем условной рабочей зоны определяется по формуле

$$V_{урз} = S h_{урз}, \qquad (I0)$$

где S - площадь здания, $м^2$;

$h_{урз}$ - высота условной рабочей зоны, м.

Значение коэффициента α зависит от назначения помещения и схемы общеобменной вентиляции и принимается по табл.5.

Таблица 5

Система общеобменной вентиляции	Тип главного корпуса	Значение α для	
		машинного отделения	котельного отделения
С использованием аэрации	I	0,4	0,7
С использованием аэрации в машинном отделении и с калориферами "на просос" в котельном отделении	2	0,4	0,4
С калориферами "на просос" в машинном и котельном отделениях	3а,3б	0,3	0,4
Приточные установки с механическим побуждением в машинном отделении и с калориферами "на просос" в котельном отделении	4а,4б	0,2	0,4
Приточные установки с механическим побуждением в машинном и котельном отделениях	5а,5б	0,2	0,2

2.2.2. Расчетное значение тепловых потерь на инфильтрацию наружного воздуха для систем отопления зданий второй категории определяется по формуле

$$Q_{инф} = \sum C G_u (t_в^р - t_н^р) A \, 10^{-6}, \qquad (II)$$

где A – коэффициент, учитывающий подогрев инфильтрующегося воздуха в конструкции окна (0,8 – для двойных и тройных окон в раздельных переплетах; I – для одинарных окон, окон в спаренных переплетах, дверей и ворот);

G_u – количество наружного воздуха, поступающего в помещение через неплотности окон, дверей и ворот, кг/ч;

$$G_u = F_{н.о} j_{\Delta р} B_{и\ пом}, \qquad (I2)$$

$F_{н.о}$ – площадь одного наружного ограждения помещения, равная $H\ell$ (где H – высота помещения; ℓ – длина стены);

$j_{\Delta р}$ – единица расхода инфильтрационного воздуха через I м^2 поверхности наружного ограждения, кг/(м^2·ч);

$B_{и\ пом}$ - коэффициент, показывающий, сколько единиц расхода составляет инфильтрация в рассматриваемом случае;

$$j_{\Delta r} = 0{,}036 i_{н.о} (H\Delta t)^{0{,}5}, \qquad (I3)$$

$i_{н.о}$ - средний по площади ограждения коэффициент воздухопроницаемости;

Δt - разность наружной и внутренней температур воздуха, ^{o}C.

Для наружных ограждений, имеющих окна, двери или ворота разной конструкции, значение $i_{н.о}$ определяется как средневзвешенное по площади:

$$i_{н.о} = \frac{\sum i_к F_к}{F_{н.о}} \qquad (I4)$$

где $i_к$ - коэффициент воздухопроницаемости конструкции;

$F_к$ - площадь, занимаемая этой конструкцией, $м^2$.

Для нестандартных окон, дверей и ворот площадью $F_к$ при ширине щели притворов $\delta_щ$, м (обычно для окон в деревянных переплетах - 0,001, в металлических - 0,0005, для ворот и дверей - 0,002), и длине щелей притворов $\ell_щ$ (м), коэффициент воздухопроницаемости определяется как

$$i_к = 8700 \frac{\delta_щ \ell_щ}{F_к} \qquad (I5)$$

Коэффициент $B_{и\ пом}$ для помещений с односторонним остеклением равен 0,5; для помещений с двусторонним остеклением $B_{и\ пом}$ определяется по рис.2, где скорость ветра учитывается с помощью относительного ветрового давления

$$p_и = 12 \frac{V_н^2 \rho_н}{H\Delta t} \qquad (I6)$$

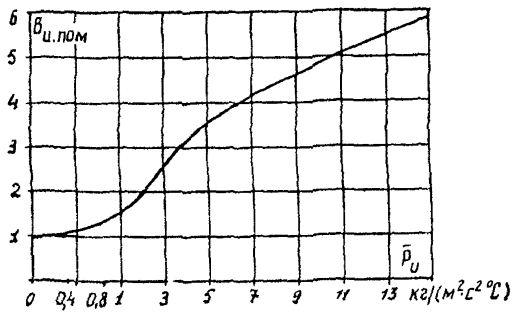


Рис.2. Зависимость коэффициента $B_{u\ пом}$ для помещения с двусторонним остеклением от относительного ветрового давления $\bar{p}_u$ [I]

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ВЕНТИЛЯЦИЮ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

3.I. Вентиляция

Расчетная среднечасовая за сутки тепловая нагрузка приточной установки местной, зональной или общеобменной (зональной плюс технологической) вентиляции (Гкал/ч) определяется по формуле

$$Q_в = \alpha\, c\, \rho\, L\, (t_в^р - t_н^р)\, 10^{-6}, \qquad (I7)$$

где α - поправочный коэффициент;

ρ - плотность наружного воздуха, кг/м³;

L - расход наружного воздуха, м³/ч;

$t_в^р$ - расчетная температура выдаваемого воздуха, °С;

$t_н^р$ - расчетная температура наружного воздуха, °С.

Поправочный коэффициент α принимается равным:

- для приточных установок местной вентиляции со сменным режимом работы: 0,5 - при односменной, 0,75 - при двухсменной и I,0 - при постоянной работе;

- для приточных установок зональной вентиляции всех типов главных корпусов ТЭС - 0,I, при этом расход наружного воздуха

принимается равным суммарной производительности дутьевых вентиляторов котла при номинальной нагрузке;

- для приточных установок общеобменной вентиляции при определении расхода воздуха по данным измерений - I,0;

- для приточных установок общеобменной вентиляции с механическим побуждением при определении расхода воздуха по номинальной производительности дутьевых вентиляторов котлов в главных корпусах типов 4б (машинное отделение) и 5б - I,2.

Расход наружного воздуха для всех приточных установок принимается по проектным данным, данным наладочной организации или данным измерений.

Для приточных установок систем общеобменной вентиляции главных корпусов типов 4б (машинное отделение) и 5б при отсутствии заборных устройств наружного воздуха на дутьевые вентиляторы котлов и отсутствии фонарей на кровле главного корпуса допускается принимать расход воздуха для приточных установок равным сумме производительностей дутьевых вентиляторов при номинальной нагрузке котлов. Распределение суммарного расхода воздуха по приточным установкам машинного и котельного отделений производится либо по проектным данным, либо по соотношению поверхностей нагрева.

Измерение расходов воздуха по приточным установкам производится в соответствии с требованиями, приведенными в [7].

Измерение расходов воздуха по приточным установкам общеобменной вентиляции с калориферами "на просос" производится при полностью открытых регулирующих шиберах и различных температурах наружного воздуха с интервалом примерно в 10^{0}С.

Полученные в результате измерений данные пересчитываются на условия номинальной производительности котла по формуле

$$L_p^{i} = \frac{L_з^{i}}{\gamma_з},$$

где L_p^{i} - расчетный расход воздуха при данной температуре наружного воздуха, м^3/ч;

$L_з^{i}$ - полученный по данным измерений расход воздуха при данной температуре наружного воздуха, м^3/ч;

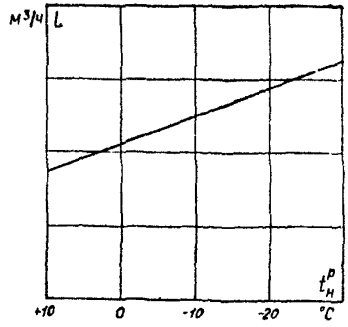
$\gamma_з$ - коэффициент использования установленной тепловой производительности котлов во время проведения измерения;

$$\gamma_з = Q_к^{ср} / Q_к^{н};$$

$Q_к^{ср}$ - средняя тепловая производительность котлов во время измерения, Гкал/ч;

$Q_к^{н}$ - номинальная тепловая производительность котлов, Гкал/ч.

По полученным данным расчетных расходов наружного воздуха по приточным установкам общеобменной вентиляции с калориферами "на просос" строится графическая зависимость расчетного расхода воздуха от температуры наружного воздуха (рис.3).



ис.3. Зависимость расчетного асхода воздуха на приточные установки с калориферами "на просос"

Для приточных установок с механическим поощдением (местной, ональной и общеобменной вентиляции) в качестве расчетных расхоов воздуха принимаются данные одной серии измерений (при любой емпературе наружного воздуха и любой тепловой производительности отлов).

3.2. Кондиционирование воздуха

Расчетная тепловая нагрузка на кондиционирование воздуха Гкал/ч) определяется по формуле

$$Q_к = c\,\rho\,L\,(t_в - t_н^р)\,10^{-6}, \qquad (18)$$

це $t_в$ - температура воздуха на выходе из кондиционера, °С.

Температура воздуха на выходе из кондиционера принимается по проектным данным или данным наладочной организации.

Расход воздуха на кондиционер принимается по данным измерений.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЮ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

4.I. Отопление

4.I.I. Норма расхода тепла на отопление производственных зданий первой категории определяется по формуле

$$q_o^н = \frac{Q_o^п (t_в^р - t_н^i)}{(t_н^р - t_н^р)} \cdot (1-\beta) + \frac{Q_o^д (t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)} \beta, \qquad (19)$$

где $Q_o^п$ - расчетная тепловая нагрузка системы постоянного отопления, Гкал/ч;

$Q_o^д$ - расчетная тепловая нагрузка системы дежурного отопления, Гкал/ч;

$t_в^р$ - расчетная температура воздуха внутри помещения при постоянном и дежурном отоплении, ^oC;

$t_н^р$ - расчетная температура наружного воздуха для систем отопления, ^oC;

$t_н^i$ - текущее значение температуры наружного воздуха для построения графиков (среднее фактическое или ожидаемое за определенный период при использовании норм для отчетности и планирования), ^oC;

β - доля времени нахождения энергоблоков (котлов и турбоагрегатов) в простоях за определенный период времени;

$$\beta = \frac{\Sigma n_i}{Z n}, \qquad (20)$$

Σn_i - суммарная продолжительность простоя энергоблоков в рассматриваемом периоде, ч;

Z - количество энергоблоков, шт.;

n - продолжительность рассматриваемого периода, ч.

4.I.2. Норма расхода тепла на отопление производственных зданий второй категории определяется по формуле

$$q_{o}^{н} = \frac{Q_{o}(t_{в}^{р} - t_{н}^{i})}{(t_{в}^{р} - t_{н}^{р})} , \qquad (2I)$$

где Q_{o} - расчетная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч;
$t_{в}^{р}$ - расчетная температура воздуха внутри помещения, ^{o}C;
$t_{н}^{р}$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, ^{o}C;
$t_{н}^{i}$ - текущее значение температуры наружного воздуха, ^{o}C.

4.2. Вентиляция

4.2.I. Норма расхода тепла на местную и зональную вентиляцию определяется по формуле

$$q_{в\,сн}^{н} = \frac{\Sigma Q_{м\,в}(t_{в}^{р} - t_{н}^{i})}{(t_{в}^{ср} - t_{н}^{р})} + \frac{Q_{з\,в}(t_{в}^{р} - t_{н}^{i})}{(t_{в}^{р} - t_{н}^{р})} \gamma , \qquad (22)$$

где $\Sigma Q_{м\,в}$ - суммарная расчетная тепловая нагрузка всех местных приточных установок, Гкал/ч;
$t_{в}^{р}$ - расчетная температура воздуха на выходе из приточной установки, ^{o}C;
$t_{н}^{i}$ - текущее значение температуры наружного воздуха (среднее за определенный период), ^{o}C;
$t_{в}^{ср}$ - усредненная (по тепловой нагрузке) температура воздуха на выходе из приточных установок, ^{o}C;
$Q_{з\,в}$ - расчетная тепловая нагрузка приточных установок зональной системы вентиляции, Гкал/ч;
γ - коэффициент использования номинальной тепловой производительности котлов за рассматриваемый период;

$$\gamma = Q_{к}^{ср} / Q_{к}^{н} ,$$

$Q_{к}^{ср}$ - средняя тепловая производительность котлов, Гкал/ч;
$Q_{к}^{н}$ - номинальная тепловая производительность котлов, Гкал/ч.

Усредненная температура воздуха ($t_в^{ср}$) на выходе из местных приточных установок определяется по формуле

$$t_в^{ср} = \frac{\sum Q_{мв}^i \, t_в^i}{\sum Q_{мв}^i},$$

где $Q_{мв}^i$ - расчетная тепловая производительность местной приточной установки, Гкал/ч;

$t_в^i$ - расчетная температура воздуха на выходе из соответствующей приточной установки, °С.

4.2.2. Норма расхода тепла на общеобменную вентиляцию (зональная плюс технологическая) определяется по формуле

$$q_{ов}^н = \frac{Q_{ав}(t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)} \gamma, \qquad (23)$$

где $Q_{ов}$ - расчетная тепловая нагрузка приточных установок общеобменной вентиляции, Гкал/ч.

Для главных корпусов типов 4а (машинное отделение) и 5а коэффициент γ принимается равным I.

4.2.3. Норма расхода тепла на технологическую вентиляцию определяется по формулам:

- для главных корпусов типов 4а (машинное отделение) и 5а

$$q_{тв}^н = (Q_{ав} - Q_{зв}\gamma)\left(\frac{t_в^р - t_н^i}{t_в^р - t_н^р}\right); \qquad (24)$$

- для главных корпусов остальных типов, кроме I и 2 (машинное отделение)

$$q_{тв}^н = (Q_{ов} - Q_{зв})\left(\frac{t_в^р - t_н^i}{t_в^р - t_н^р}\right)\gamma \qquad (25)$$

Расход тепла на технологическую вентиляцию для главных корпусов типов I и 2 (машинное отделение) отсутствует.

4.3. Кондиционирование воздуха

Норма расхода тепла на кондиционирование воздуха определяется по формуле

$$q_к^н = \frac{Q_к (t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)}, \qquad (26)$$

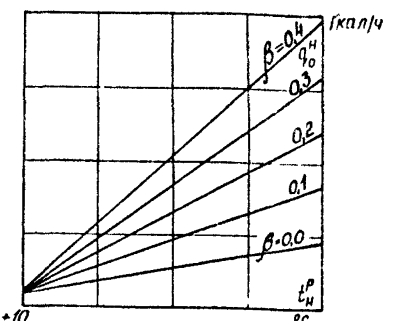
где $Q_к$ - расчетная тепловая нагрузка на кондиционирование воздуха, Гкал/ч;

$t_в^р$ - расчетная температура воздуха на выходе из кондиционера, ^oC;

$t_н^р$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, ^oC;

$t_н^i$ - текущее значение температуры наружного воздуха, ^oC.

Подсчитанные по приведенным формулам нормы расходов тепла представляются в виде графиков (рис.4,5 и 6).



4. Зависимость нормы расхода тепла на отопление от $t_н$ и β

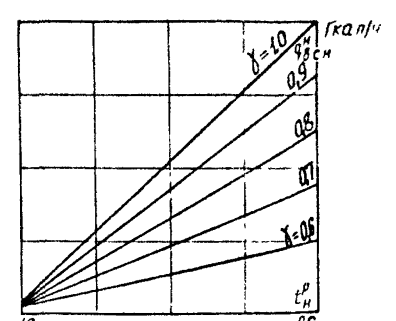


Рис.5. Зависимость нормы расхода тепла на вентиляцию от $t_н$ и γ

4.5. Индивидуальные нормы расхода тепла

4.5.I. Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление производственных зданий первой категории выражаются в виде

$$H_o = \alpha_o \frac{Q_o^n \, 10^6}{V(t_в^p - t_н^p)}, \text{ ккал/(м}^3\text{.ч.}^\circ\text{C)} \qquad (31)$$

или

$$H_o = \alpha_o \frac{Q_o^n \, 10^6}{\sum Q_к^н (t_в^p - t_н^p)}, \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал/(ч.}^\circ\text{C)}}, \qquad (32)$$

где Q_o^n - расчетная тепловая нагрузка систем постоянного отопления, Гкал/ч;

V - объем отапливаемого здания, м^3;

$t_в^p$ - расчетная температура воздуха внутри помещений при постоянном отоплении, $^\circ$C;

$t_н^p$ - расчетная температура наружного воздуха для отопления, $^\circ$C;

$\sum Q_к^н$ - суммарная номинальная тепловая производительность котлов, Гкал/ч;

α_o - поправочный коэффициент, учитывающий расход тепла на систему дежурного отопления;

$$\alpha_o = \beta(в-1)+1, \qquad (33)$$

β - доля времени нахождения энергоблоков (котлов и турбин) в простоях;

$$\beta = \sum n_i / Zn \qquad (34)$$

$\sum n_i$ - суммарная продолжительность простоев энергоблоков, ч;

Z - количество энергоблоков, шт.;

n - продолжительность рассматриваемого периода, ч;

$$в = \frac{Q_o^д (t_в^n - t_н^p)}{Q_o^n (t_в^д - t_н^p)} \qquad (35)$$

$Q_o^д$ - расчетная тепловая нагрузка системы дежурного отопления, Гкал/ч;

$t_в^п$ - расчетная температура воздуха внутри помещения при постоянном отоплении, °С;

$t_в^д$ - расчетная температура воздуха внутри помещения при дежурном отоплении, °С.

Подсчитанные по (33) значения коэффициента α_0 в зависимости от значения β и δ приведены на графике рис.7.

Для зданий ТЭС второй категории индивидуальная норма определяется по (31) с коэффициентом $\alpha_0 = 1$.

Индивидуальная норма расхода тепла на отопление производственных зданий тепловых электростанций, приведенная к расчетной температуре наружного воздуха -30°С, определяется по формуле

$$H_0^{30} = H_0 / \psi_0 , \qquad (36)$$

где ψ_0 - коэффициент приведения, определяемый по формуле

$$\psi_0 = K(1-a)\frac{t_н^р + 30}{t_в^р - t_н^р} + 1 , \qquad (37)$$

где К - поправочный коэффициент; принимается по приведенным ниже данным или по графику рис.8;

a - доля тепловых потерь на инфильтрацию наружного воздуха в общих тепловых потерях здания;

$$a = \frac{Q_{инф}}{Q_0}$$

a	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
К	1,015	1,020	1,030	1,050	1,080	1,115	1,155	1,200	1,250

Подсчитанные по (37) значения коэффициента приведения ψ_0 в зависимости от значения a приведены в табл.6.

При определении фактической индивидуальной нормы расхода тепла на отопление по заданной приведенной норме по (36) значение коэффициента приведения ψ_0 определяется при значениях a:

для зданий первой категории a = 0,7 + 0,8;

для зданий второй категории a = 0,1 + 0,2.

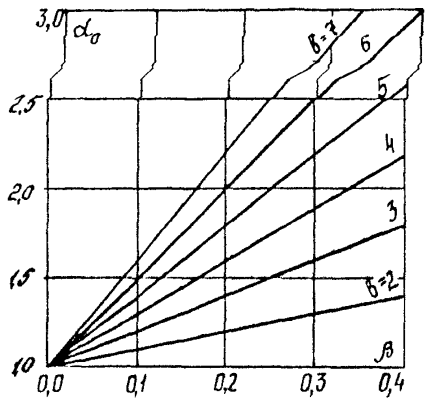


Рис.7. Зависимость поправочного коэффициента α_0 от β и θ

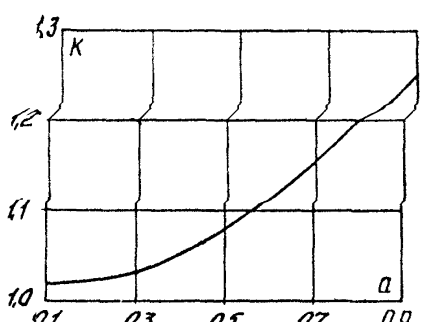


Рис.8. Зависимость коэффициента K от a

Таблица 6

α	Расчетная температура наружного воздуха, °С										
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
1,1	2,71	2,09	1,70	1,44	1,25	1,11	1,00	0,91	0,84	0,78	0,72
1,2	2,51	1,97	1,63	1,39	1,23	1,10	1,00	0,92	0,85	0,80	0,75
1,3	2,35	1,86	1,55	1,35	1,20	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82	0,78
1,4	2,18	1,75	1,48	1,30	1,18	1,08	1,00	0,94	0,89	0,85	0,81
1,5	2,01	1,64	1,42	1,26	1,15	1,07	1,00	0,95	0,90	0,87	0,84
1,6	1,84	1,53	1,34	1,22	1,12	1,05	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86
1,7	1,65	1,41	1,27	1,17	1,10	1,04	1,00	0,97	0,94	0,91	0,90
1,8	1,45	1,29	1,18	1,12	1,07	1,03	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93
1,9	1,23	1,15	1,10	1,06	1,03	1,02	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

Примечание. Расчетная температура воздуха внутри помещения равна + 16°С.

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление производственных зданий второй категории определяются по формуле

$$H_0 = \frac{Q_0 \, 10^6}{V(t_в^р - t_н^р)}, \quad \text{ккал/(м}^3\text{·ч·°С)} \qquad (38)$$

или

$$H_0 = \frac{Q_0 \, 10^6}{\Sigma Q_к^н (t_в^р - t_н^р)}, \quad \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал/(ч·°С)}}, \qquad (39)$$

где Q_0 - расчетная тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч;

V - строительный объем отапливаемого здания, м^3;

$t_в^р$ - расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_н^р$ - расчетная температура наружного воздуха для систем отопления, °С;

$\Sigma Q_к^н$ - суммарная номинальная тепловая производительность котлов, Гкал/ч.

4.5.2. Индивидуальные нормы расхода тепла на вентиляцию и кондиционирование воздуха

Индивидуальная норма расхода тепла на вентиляцию производственного здания первой категории определяется по формуле

$$H_в = \alpha_в \frac{Q_{з.в}\,10^6}{V(t_в^р - t_н^р)}, \quad \text{ккал/(м}^3\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{C)} \qquad (40)$$

или

$$H_в = \alpha_в \frac{Q_{з.в}\,10^6}{\sum Q_к^н (t_в^р - t_н^р)}, \quad \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал/(ч}\cdot{}^\circ\text{C)}}, \qquad (41)$$

где $Q_{з.в}$ - расчетная тепловая нагрузка на зональную вентиляцию, Гкал/ч;

$\alpha_в$ - поправочный коэффициент, учитывающий режим работы котлов;

$$\alpha_в = \gamma + C; \qquad (42)$$

γ - коэффициент использования номинальной тепловой производительности котлов;

$$\gamma = Q_к^{ср}/Q_к^н;$$

$Q_к^{ср}$ - средняя тепловая производительность котлов, Гкал/ч;

$Q_к^н$ - номинальная тепловая производительность котлов, Гкал/ч;

C - коэффициент, определяющий соотношение между тепловыми нагрузками на зональную и местную вентиляцию;

$$C = \frac{\sum Q_{м.в}(t_в^р - t_н^р)}{Q_{з.в}(t_в^{ср} - t_н^р)}; \qquad (43)$$

$\sum Q_{м.в}$ - суммарная расчетная тепловая нагрузка всех местных приточных установок здания, Гкал/ч;

$t_в^{ср}$ - усредненная (по тепловой нагрузке) температура воздуха на выходе из местных приточных установок, $^\circ$C.

Подсчитанные по формуле (42) значения поправочного коэффициента $\alpha_в$ в зависимости от γ и C приведены на рис.9.

Индивидуальная норма расхода тепла на вентиляцию производственных зданий второй категории [ккал/(м^3·ч·$^\circ$C)] определяется по формуле

$$H_в = \frac{Q_в\, 10^6}{V(t_в - t_н^р)}\,, \qquad (44)$$

де $Q_в$ - расчетная тепловая нагрузка местных приточных установок, Гкал/ч;

V - строительный объем здания, м³;

$t_в$ - расчетная температура воздуха на выходе из приточных установок, °С.

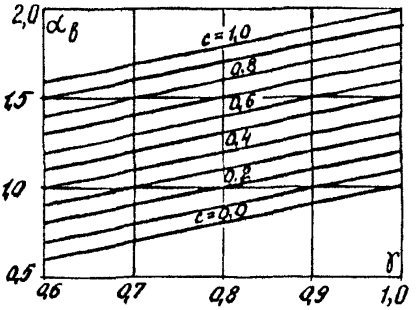


Рис.9. Зависимость поправочного коэффициента α от γ и C

Индивидуальная норма расхода тепла на кондиционирование воздуха [ккал/(м³·ч·°С)] определяется по формуле

$$H_к = \frac{Q_к\, 10^6}{V(t_в - t_н^р)}\,, \qquad (45)$$

де $Q_к$ - расчетная тепловая нагрузка на кондиционирование воздуха, Гкал/ч;

V - объем кондиционируемого помещения (здания), м³;

$t_в$ - расчетная температура воздуха на выходе из кондиционеров, °С.

4.6. Общепроизводственные нормы расхода тепла на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха предприятия (ТЭС)

Определение общепроизводственной нормы расхода тепла кал/(м³·ч·°С)] производится по формуле

$$H = HK_{тп}K, \qquad (46)$$

где H - средневзвешенная норма расхода тепла зданий электростанции $\left[\text{ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot {}^\circ\text{C})\right]$, определяемая по формуле

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n} (H_o + H_в + H_к) V_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i}; \qquad (47)$$

$H_o, H_в, H_к$ - индивидуальные нормы расхода тепла на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха отдельных производственных зданий, определяемые по формулам (31),(38),(40),(44),(45) $\left[\text{ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot {}^\circ\text{C})\right]$;

V_i - наружные строительные объемы производственных зданий, м^3;

$K_{тп}$ - коэффициент, учитывающий потери тепла в тепловой сети электростанции; определяется на основании тепловых испытаний тепловой сети или расчетом на основании норм потерь тепла тепловой изоляцией тепловых сетей;

$$K_{тп} = 1 + \frac{Q_{тп}}{Q_{год}}; \qquad (48)$$

$Q_{тп}$ - годовые потери тепла в тепловой сети, Гкал/год;

$Q_{год}$ - годовое потребление тепла производственными зданиями электростанции, Гкал/год;

K - коэффициент, учитывающий отклонение планируемых условий от принятых при расчете индивидуальных норм. Принимается на основе данных по фактическому потреблению тепла на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха за несколько лет.

Фактический за отчетный период определяется по формуле

$$K_ф = \frac{Q^ф_{год}}{H V_ф n \left(t^{ср}_{вн} - t^{ср}_{н}\right)}; \qquad (49)$$

$Q^ф_{год}$ - фактически потребленное тепло (с учетом потерь в тепловых сетях) при обеспечении нормальных условий эксплуатации, Гкал/год;

$V_{ф}$ - фактический строительный объем зданий, обеспечиваемых теплом, м^3;

n - продолжительность отопительного периода, ч;

$t_{вн}^{ср}$ - усредненная (по тепловой нагрузке) температура внутреннего воздуха в зданиях, ^{o}С;

$t_{н}^{ср}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, ^{o}С.

5. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС

Пример I.

Исходные данные.

В машинном отделении главного корпуса ТЭС установлены две турбины ПТ-60-I30/I3 и две ПТ-50-I30/I3 суммарной номинальной мощностью 220 МВт.

В котельном отделении главного корпуса установлены два котла ТП-80 и два ТП-8I суммарной тепловой мощностью I000 Гкал/ч (I680 т/ч). Суммарная производительность дутьевых вентиляторов при номинальной производительности котла составляет I328000 м^3/ч.

Система общеобменной вентиляции главного корпуса - с использованием аэрации.

В машинном отделении имеются две местные приточные установки: одна с расходом наружного воздуха 7500 м^3/ч для помещения мастерских, расчетная температура выдаваемого воздуха I6^{o}С; режим работы - односменный; другая - с расходом наружного воздуха 5000 м^3/ч для помещения аккумуляторных батарей, расчетная температура выдаваемого воздуха I6^{o}С, режим работы - постоянный.

В котельном отделении имеется одна действующая местная приточная установка с расходом наружного воздуха I0000 м^3/ч для помещений мастерских, расчетная температура выдаваемого воздуха I6^{o}С; режим работы - односменный.

Приточные установки систем зональной вентиляции в машинном и котельном отделениях главного корпуса отсутствуют.

Площадки обслуживания оборудования в машинном и котельном отделениях расположены на отметке +8,0 м.

Расчетная температура воздуха на отметках обслуживания: $16^{\circ}C$ - в машинном отделении и $+14^{\circ}C$ - в котельном отделении.

Расчетная температура воздуха при дежурном отоплении в машинном и котельном отделениях равна $+10^{\circ}C$. Расчетная температура воздуха в машинном и котельном отделениях на нулевой отметке равна $10^{\circ}C$.

Расчетная температура наружного воздуха для систем отопления и вентиляции равна $-39^{\circ}C$.

а р а к т е р и с т и к а о г р а ж д а ю щ и х к о н с т р у к ц и й

Машинное отделение

Стены - панель из ячеистого бетона, $\rho = 950$ кг/м^3, $\delta = 300$ мм.

Покрытие - железобетонные сборные крупнопанельные плиты (δ=300 мм) с утеплителем из пенобетона ($\rho = 500$ кг/м^3, $\delta = 110$ мм).

Остекление - одинарное в металлических переплетах - 60%, блоки стеклянные пустотелые - 40%.

Коэффициент остекления - 0,26.

Коэффициент остекления условной рабочей зоны - 0,08.

Котельное отделение

Стены - панель из ячеистого бетона, $\rho = 950$ кг/м^3;
по оси 34 (в рядах В-Е) $\delta = 300$ мм;
остальные $\delta = 200$ мм.

Покрытие - железобетонные сборные крупнопанельные плиты ($\delta = 300$ мм) с утеплителем из пенобетона ($\rho = 500$ кг/м^3) толщиной в рядах В-Д 110 мм; в рядах Д-Е 60 мм.

Остекление - одинарное в металлических переплетах.

Коэффициент остекления наружной стены по оси 34 в рядах В-Е равен 0,2.

Коэффициент остекления остальных наружных стен равен 0,16.

Коэффициенты остекления ограждающих конструкций условной рабочей зоны составляют 0,06 по оси 34 и 0,04 для других стен.

План и разрез главного корпуса ТЭС с указанием размеров приводятся на рис.10.

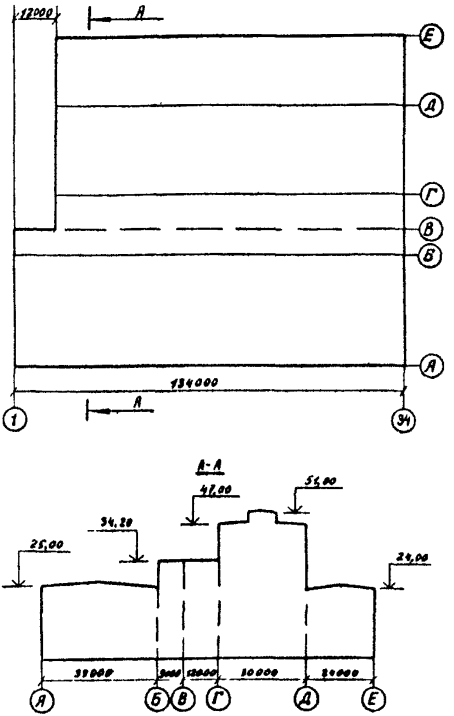


Рис.10. Главный корпус ТЭС в плане и разрезе

Определение коэффициента теплопередачи для всех типов ограждающих конструкций

Стены - панели из ячеистого бетона, $\rho = 950$ кг/м^3; $\delta = 200$ мм, $\delta = 300$ мм.

$$R_0 = \frac{1}{a_в} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_н} \quad \text{см. (8);}$$

$\alpha_в$ = 7,5 ккал/(м^2·ч·°С)(по табл.2);

$\alpha_н$ = 20 ккал/(м^2·ч·°С) (по табл.3);

λ = 0,325 ккал/(м·ч·°С) (см.приложение 8);

для условий эксплуатации Б (см.приложение 4)

при δ = 200 мм

$$R_0 = \frac{1}{7,5} + \frac{0,2}{0,325} + \frac{1}{20} = 0,799 \text{ (м}^2\text{·ч·°С)/ккал;}$$

$K_{ст}$ = 1,25 ккал/(м^2·ч·°С);

при δ = 300 мм

$$R_0 = \frac{1}{7,5} + \frac{0,3}{0,325} + \frac{1}{20} = 1,106 \text{ (м}^2\text{·ч·°С)/ккал;}$$

$K_{ст}$ = 0,90 ккал/(м^2·ч·°С).

Окна - одинарное остекление в металлических переплетах.

R_0 = 0,2 (м^2·ч·°С)/ккал (см.приложение 5);

$K_{ок}$ = 5 ккал/(м^2·ч·°С).

Блоки стеклянные пустотелые

R_0 = 0,5 (м^2·ч·°С)/ккал (см.приложение 5);

$K_{ок}$ = 2 ккал/(м^2·ч·°С).

Покрытия - железобетонные сборные крупнопанельные плиты (δ = 300 мм) с утеплителем из пенобетона (ρ = 500 кг/м^3, δ = 110 мм).

R_0 = 1,02 (м^2·ч·°С)/ккал (см.приложение 7);

$K_{пот}$ = 0,98 ккал/(м^2·ч·°С).

То же с утеплителем из пенобетона, (ρ = 500 кг/м^3, δ = 60 мм).

R_0 = 0,68 (м^2·ч·°С)/ккал (см.приложение 7);

$K_{пот}$ = 1,47 ккал/(м^2·ч·°С).

Определение конструктивных величин

Машинное отделение

Площадь наружных стен всего машинного отделения:

$F_{ст}$ = (9+34,2+39·25)·2 + 146·34,2 = 7559 м^2

Площадь потолка: $S_{пот}$ = (39+9)·134 = 6432 м^2.

Объем помещения: $V_{м.о}$ = (9·34,2 + 39·25)·134 = 171895 м^2.

Площадь наружных стен условной рабочей зоны:

$F_{у.р.з}$ = (134+12+96)·8 = 1936 м^2.

Объем условной рабочей зоны: $V_{у.р.з} = 6432 \cdot 8 = 51456$ м^3.
Объем рабочей зоны: $V_{р.з} = 6432 \cdot 2 = 12864$ м^3.

Котельное отделение

Площадь наружной стены из панелей ($\delta = 300$ мм):
$F'_{ст} = 12 \cdot 34{,}2 + 30 \cdot 47 + 24 \cdot 24 = 2396$ м^2.
Площадь остальных наружных стен из панелей ($\delta = 200$ мм):
$F''_{ст} = 122\ (47 + 12{,}8) + 2396 = 9692$ м^2.
Площадь потолка с утеплителем ($\delta = 110$ мм):
$S'_{пот} = 122 \cdot 42 = 5124$ м^2.
Площадь потолка с утеплителем ($\delta = 60$ мм):
$S''_{пот} = 122 \cdot 24 = 2928$ м^2.
Объем помещения $V_{ко} = 29236$ м^3.
Площадь наружной стены условной рабочей зоны из панелей ($\delta = 300$ мм): $F'_{у р з} = 66 \cdot 8 = 528$ м^2.
Площадь остальных наружных стен условной рабочей зоны из панелей ($\delta = 200$ мм): $F''_{у р з} = 188 \cdot 8 = 1504$ м^2.
Объем условной рабочей зоны помещения:
$V_{у р з} = 8052 \cdot 8 = 64416$ м^3.
Объем рабочей зоны помещения: $V_{р з} = 8052 \cdot 2 = 16104$ м^3.

Определение расчетных тепловых нагрузок на отопление

Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции

Тепловые потери для систем постоянного отопления определяются по (2).

Машинное отделение:

$$Q_{т.п} = \left\{\sum F^i_{у р з}\left[K'_{ст} + \rho^i\left(K^i_{ок} - K'_{ст}\right)\right]\right\}\left(t^{ср}_{в} - t^{р}_{н}\right) 10^{-6} =$$
$$= 1936\left[0{,}9 + 0{,}08(3{,}8 - 0{,}9)\right]\ (18 + 39) \cdot 10^{-6} = 0{,}114 \text{ Гкал/ч}.$$

Коэффициент теплопередачи окон усредняется по зависимости

$$K^{ср}_{ок} = \frac{5 \cdot 60 + 2 \cdot 40}{100} = 3{,}8 \text{ ккал/(м}^2\text{.ч.}^\circ\text{C)}.$$

Средняя температура воздуха в условной рабочей зоне находится по зависимости

$$t_в^{ср} = \frac{t_в^р + 10}{2} = \frac{16 + 10}{2} = 13^\circ C.$$

Котельное отделение:

$$Q_{тп} = \left\{528\ [0,9 + 0,06\ (5-0,9)] + 1504\ [1,25 + 0,04 \times (5 - 1,25)]\right\} \cdot (12 + 39) \cdot 10^{-6} = 0,138 \text{ Гкал/ч.}$$

Средняя температура воздуха в условной рабочей зоне определяется по зависимости

$$t_в^{ср} = \frac{t_в^р + 10}{2} = \frac{14 + 10}{2} = 12^\circ C.$$

Тепловые потери для систем дежурного отопления определяются по (3).

Машинное отделение:

$$Q_{тп} = \left[\sum F_{ст}^i \left[K_{ст}^i + \rho^i (K_{ок}^i - K_{ст}^i)\right] + \sum S^i K_{пот}^i\right] (t_в^р - t_н^р)\, 10^{-6} =$$

$$= \left\{7559\ [0,9 + 0,26(3,8-0,9)] + 6432 \cdot 0,98\right\} \cdot (10+39) \times 10^{-6} = 0,92 \text{ Гкал/ч.}$$

Котельное отделение:

$$Q_{т.п} = \left\{2396\ [0,9+0,2(5-0,9)] + 9692\ [1,25+0,16(5-1,25)] + 5124 \cdot 0,98 + 2928 \cdot 1,47\right\} \cdot (10+39) \cdot 10^{-6} = 1,54 \text{ Гкал/ч.}$$

Расчет тепловых потерь на инфильтрацию наружного воздуха

Тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха для систем постоянного отопления определяются по (9)

Машинное отделение:

$$Q_{инф} = \alpha\, c\, \rho\, V_{у.р.з}\, (t_в^{ср} - t_н^р)\, 10^{-6} =$$

$$= 0,4 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 51456 \cdot (13+39) \cdot 10^{-6} = 0,39 \text{ Гкал/ч,}$$

где α принят равным 0,4 (см.табл.5).

Котельное отделение:

$Q_{инф} = 0,7 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 64416 \cdot (12+39) \cdot 10^{-6} = 0,83$ Гкал/ч,

где α принят равным 0,7 (см.табл.5).

Тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха для систем дежурного отопления определяются по (9).

Машинное отделение:

$$Q_{инф} = \alpha c \rho V_{м.о} \left(t_в^р - t_н^р\right) 10^{-6} =$$

$$= 0,4 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 171895 \cdot (10+39) \cdot 10^{-6} = 1,22 \text{ Гкал/ч}.$$

Котельное отделение:

$$Q_{инф} = 0,7 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 292361 \cdot (10+39) \cdot 10^{-6} = 3,63 \text{ Гкал/ч}.$$

Определение расчетных тепловых нагрузок на отопление

Расчетная тепловая нагрузка на систему постоянного или дежурного отопления определяется по (1).

Для постоянного отопления машинного отделения:

$$Q_р^п = Q_{ж.д} + Q_{инф} = 0,114 + 0,39 = 0,504 \text{ Гкал/ч}$$

Для дежурного отопления машинного отделения:

$$Q_о^д = 0,92 + 1,22 = 2,14 \text{ Гкал/ч}.$$

Для постоянного отопления котельного отделения:

$$Q_о^п = 0,138 + 0,83 = 0,968 \text{ Гкал/ч}$$

Для дежурного отопления котельного отделения:

$$Q_о^д = 1,54 + 3,63 = 5,17 \text{ Гкал/ч}.$$

Определение расчетных тепловых нагрузок на вентиляцию

Расчетная тепловая нагрузка на вентиляцию (местные и зональные приточные установки) определяется по (17).

Машинное отделение

Местная приточная установка мастерских:

$$Q_{мв} = \alpha c \rho L (t_в^р - t_н^р) 10^{-6} =$$

$$= 0,5 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 7500(16+39) \cdot 10^{-6} = 0,075 \text{ Гкал/ч},$$

где α - при односменной работе равен 0,5.

Местная приточная установка аккумуляторной:

$$Q_{мв} = 1 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 5000(16+39) \cdot 10^{-6} = 0,10 \text{ Гкал/ч}.$$

Зональная приточная установка:

$$Q_{зв} = \alpha c \rho_{20} L_{дв} (t_в^р - t_н^р) 10^{-6} K =$$

$$= 0,1 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 1328000 \cdot (16+39) \cdot 10^{-6} \cdot 0,443 = 0,936 \text{ Гкал/ч};$$

здесь К - отношение объема рабочей зоны машинного отделения к рабочей зоне всего главного корпуса;

$$K = \frac{12864}{28968} = 0,443.$$

Котельное отделение

Местная приточная установка мастерских:

$$Q_{мв} = 0,5 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 10000(16+39) \cdot 10^{-6} = 0,10 \text{ Гкал/ч}.$$

Зональная приточная установка:

$$Q_{зв} = 0,1 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 1328000(16+39) \cdot 10^{-6} \cdot 0,557 = 1,177 \text{ Гкал/ч};$$

здесь 0,557 - отношение объема рабочей зоны котельного отделения к рабочей зоне всего главного корпуса.

Определение нормы расхода тепла на отопление и вентиляцию

Норма расхода тепла на отопление определяется по (19).

Машинное отделение:

$$q_o^н = \frac{q_o^п (t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)} (1-\beta) + \frac{q_o^д (t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)} \beta =$$

$$= \frac{0{,}504\ (13 - t_н^i)}{(13 + 39)}(1-\beta) + \frac{2{,}14\ (10 - t_н^i)}{(10 + 39)}\beta =$$

$$= 0{,}0097(13 - t_н^i)(1-\beta) + 0{,}0437(10 - t_н^i)\beta.$$

Котельное отделение:

$$q_o^н \frac{0{,}968\ (12-t_н^i)}{(12+39)}(1-\beta) + \frac{5{,}17(10-t_н^i)}{(10+39)}\cdot\beta =$$

$$= 0{,}019(12-t_н^i)(1-\beta) + 0{,}1055(10-t_н^i)\beta.$$

По полученным формулам рассчитываются нормы расхода тепла на отопление в зависимости от $t_н^i$ и β и представляются в виде графиков рис.11 и 12).

Норма расхода тепла на вентиляцию определяется по (22).

Машинное отделение:

$$q_{в.с.м}^н = \frac{\Sigma Q_{м.в}(t_в^р - t_н^i)}{(t_в^{ср} - t_н^р)} + \frac{Q_{з.в}(t_в^р - t_н^i)}{(t_в^р - t_н^р)}\gamma =$$

$$\frac{(0{,}075+0{,}1)(16-t_н^i)}{(16+39)} + \frac{0{,}936\ (16-t_н^i)}{(16+39)}\gamma =$$

$$= (0{,}175 + 0{,}936\gamma)\ \frac{(16-t_н^i)}{(16+39)}\ \text{Гкал/ч.}$$

Котельное отделение:

$$q_{в.с.м}^н = (0{,}1 + 1{,}177\gamma)\ \frac{(16 - t_н^i)}{(16+39)}\ \text{Гкал/ч.}$$

Для машинного и котельного отделений $Q_{т.в}$ в данном случае равна нулю.

По полученным формулам рассчитываются нормы расхода тепла на вентиляцию в зависимости от $t_н^i$ и γ и оформляются в виде графиков (рис.13 и 14).

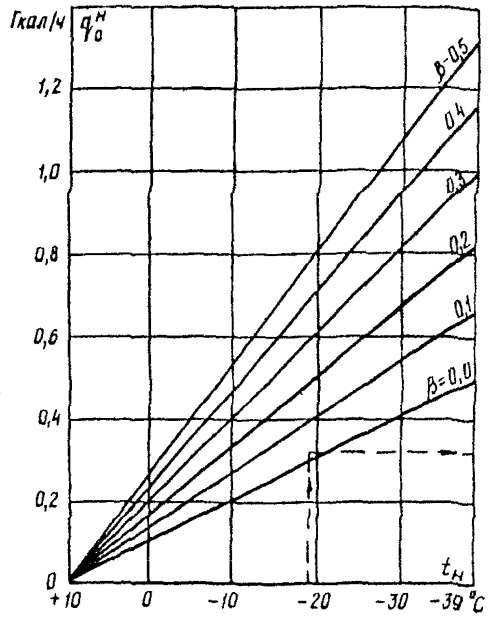


Рис.11. Зависимость нормы расхода тепла на отопление машинного отделения от $t_н$ и β

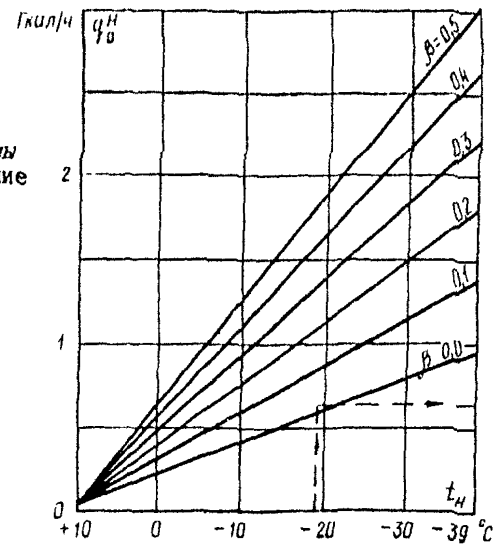


Рис.12. Зависимость нормы расхода тепла на отопление котельного отделения от $t_н$ и β

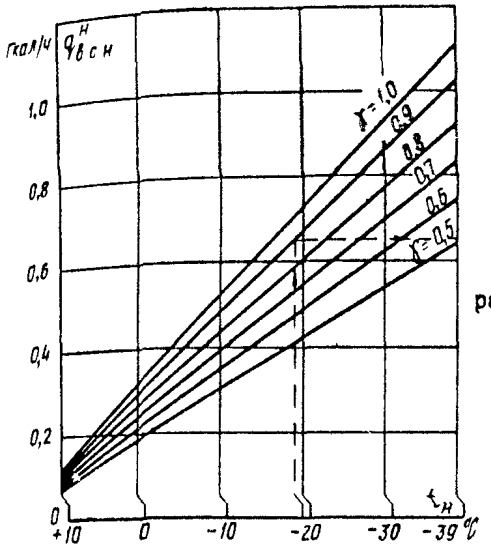


Рис.I3. Зависимость нормы расхода тепла на вентиляцию машинного отделения от $t_н$ и γ

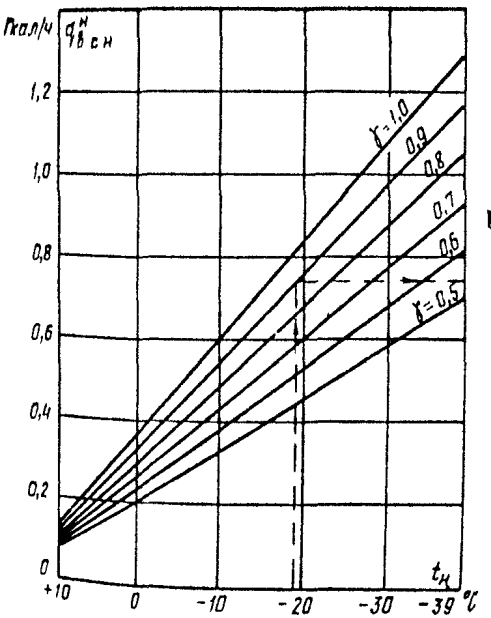


Рис.I4. Зависимость нормы расхода тепла на вентиляцию котельного отделения от $t_н$ и γ

Расчет нормативного расхода тепла на отопление и вентиляцию главного корпуса ТЭС за определенный период

Исходные данные

Отчетный период - январь.

Число часов в месяце n - 744.

Средняя температура наружного воздуха $t_н^i$ - минус 19°С.

Общее число простоев турбоагрегата - 120 ч.

Коэффициент использования установленной тепловой мощности котла - 90% (γ =0,9).

Коэффициент β определяется по (20):

$$\beta = \frac{\Sigma n_i}{Zn} = \frac{120}{4 \cdot 744} = 0,04.$$

По графикам определяются нормы расхода тепла на отопление машинного и котельного отделений и получают суммарное значение нормы:

$q_0^н$ = 0,318 + 0,629 = 0,947 Гкал/ч.

По графикам определяются нормы расхода тепла на вентиляцию машинного и котельного отделений и получают суммарное значение нормы:

$q_{в.с.н}^н$ = 0,676 + 0,732 = 1,408 Гкал/ч.

Нормативный расход тепла на отопление и вентиляцию главного корпуса ТЭС за отчетный месяц определяется по зависимости

$$Q_{с.н}^н = (q_0^н + q_{вс\,н}^н)n = (0,974+1,408) \cdot 744 = 1750,0 \text{ Гкал/мес.}$$

Определение индивидуальных норм расхода тепла на отопление и вентиляцию

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление главного корпуса определяются по (31) или (32):

$$H_0 = \alpha_0 \frac{Q_0^н \cdot 10^6}{V(t_в^р - t_н^р)} = 1,457 \frac{1,472 \cdot 10^6}{464256(16+39)} = 0,084 \text{ ккал/(м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^0\text{С)};$$

$$H_0 = \alpha_0 \frac{Q_0^n \cdot 10^6}{\Sigma Q_K^H (t_B^P - t_H^P)} = 1{,}457 \frac{1{,}472 \cdot 10^6}{1000(16+39)} = 39 \frac{\text{ккал/ч}}{(\text{Гкал}\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{C})};$$

$$\alpha_0 = \beta(\delta - 1) + 1 = 0{,}1(5{,}57 - 1) + 1 = 1{,}457 \quad (\text{при } \beta = 0{,}1);$$

$$\beta = \frac{Q_0^\partial (t_B^n - t_H^P)}{Q_0^n (t_0^\partial - t_H^P)} = \frac{7{,}31 \cdot (16+39)}{1{,}472\ (10+39)} = 5{,}57.$$

Индивидуальные нормы расхода тепла на вентиляцию главного корпуса определяются по (40) или (41):

$$H_B = \alpha_B \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{V(t_B^P - t_H^P)} = 1{,}13 \frac{2{,}113 \cdot 10^6}{464256(16+39)} = 0{,}094 \text{ ккал/(м}^3\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{C)};$$

$$H_B = \alpha_B \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{\Sigma Q_K^H (t_B^P - t_K^P)} = 1{,}13 \frac{2{,}113 \cdot 10^6}{1000\ (16+39)} = 43 \frac{\text{ккал/ч}}{(\text{Гкал}\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{C})};$$

$$\alpha_B = \gamma + C = 1 + 0{,}13 = 1{,}13 \qquad (\text{при } \gamma = 1{,}0);$$

$$C = \frac{\Sigma Q_{м.в} (t_B^P - t_H^P)}{Q_{з.в} (t_P^{cp} - t_H^P)} = \frac{0{,}275(16+39)}{2{,}113(16+39)} = 0{,}13.$$

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление главного корпуса, приведенные к температуре наружного воздуха - 30°С, определяются по формуле

$$H_0^{30} = H_0/\psi_0 = 0{,}084 \cdot 0{,}966 = 0{,}087 \text{ ккал/(м}^3\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{C})$$

или $$H_0^{30} = H_0/\psi_0 = 39 : 0{,}966 = 40{,}4 \text{ (ккал/ч)/(Гкал/ч}\cdot{}^\circ\text{C)}.$$

$$\psi_0 = \kappa(1-a)\frac{t_H^P + 30}{t_B^P - t_H^P} + 1 = 1{,}21(1-0{,}83)\frac{-39+30}{16+39} + 1 = 0{,}966;$$

$$a = Q_{инф}/Q_0 = 1{,}22 : 1{,}472 = 0{,}83.$$

Пример 2.

Исходные данные

Главный корпус ТЭС аналогичен принятому в первом примере. Отличие состоит только в системе общеобменной вентиляции. В данном случае система общеобменной вентиляции - с механическим побуждением, рассчитанная на 100%-ный забор воздуха дутьевыми вентиляторами котла из котельного отделения.

Главный корпус не имеет фонаря, и дутьевые вентиляторы котла не имеют устройства для забора воздуха снаружи.

Приточные установки общеобменной вентиляции по производительности воздуха распределены следующим образом:

машинное отделение - 60%;

котельное отделение - 40%.

Расчетная температура воздуха на выходе из приточных установок общеобменной вентиляции равна:

в машинном отделении +I6°С;

в котельном отделении +I2°С.

Расчетные тепловые потери через ограждающие конструкции для систем постоянного и дежурного отопления, а также расчетные тепловые нагрузки на местные приточные установки систем вентиляции соответствуют значениям, приведенным в примере I.

Следовательно, расчетные тепловые потери через ограждающие конструкции для систем постоянного отопления составят:

для машинного отделения - $Q_{т.п}$ = 0,II4 Гкал/ч;

для котельного отделения - $Q_{т.п}$ = 0,I38 Гкал/ч.

Расчетные тепловые потери через ограждающие конструкции для систем дежурного отопления составят:

для машинного отделения - $Q_{т.п}$ = 0,92 Гкал/ч;

для котельного отделения - $Q_{т.п}$ = I,54 Гкал/ч.

Расчетные тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха для систем постоянного отопления определяются по (9).

Машинное отделение:

$$Q_{инф} = \alpha\, c\, \rho\, V_{у.р.з} (t_в^{ср} - t_н^{р}) \cdot 10^{-6} =$$

$$= 0,2 \cdot 0,24 \cdot I,5I \cdot 5I456 \cdot (I3+39) \cdot I0^{-6} = 0,I9 \text{ Гкал/ч},$$

где α принят равным 0,2 (см.табл.5).

Котельное отделение:

$$Q_{инф} = 0,2 \cdot 0,24 \cdot I,5I \cdot 644I6 (I2+39) \cdot I0^{-6} = 0,24 \text{ Гкал/ч},$$

где α принят равным 0,2 (см.табл.5).

Расчетные тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха для систем дежурного отопления составят:

для машинного отделения

$$Q_{инф} = 0,2 \cdot 0,24 \cdot I,5I \cdot I7I895 \cdot (I0+39) \cdot I0^{-6} = 0,6I \text{ Гкал/ч};$$

для котельного отделения

$Q_{инф} = 0,2 \cdot 0,24 \cdot 1,51 \cdot 29236 (10+39) \cdot 10^{-6} = 1,04$ Гкал/ч.

Расчетная тепловая нагрузка на систему постоянного отопления составит:

для машинного отделения

$Q_0^п = Q_{т.п} + Q_{инф} = 0,114 + 0,19 = 0,304$ Гкал/ч;

для котельного отделения

$Q_0^п = 0,138 + 0,24 = 0,378$ Гкал/ч.

Расчетная тепловая нагрузка на систему дежурного отопления составит:

для машинного отделения

$Q_0^д = 0,92 + 0,61 = 1,53$ Гкал/ч;

для котельного отделения

$Q_0^д = 1,54 + 1,04 = 2,58$ Гкал/ч.

Определение расчетных тепловых нагрузок *на вентиляцию*

Расчетные тепловые нагрузки на местные приточные установки равны:

для машинного отделения

$Q_{м.в} = 0,175$ Гкал/ч (по данным примера 1);

для котельного отделения

$Q_{м.в} = 0,1$ Гкал/ч (по данным примера 1).

Расчетные тепловые нагрузки на приточные установки общеобменной вентиляции определяются по (17).

Машинное отделение:

$$Q_{0.в} = 0,6 \alpha c \rho_{20} L_{0.в} (t_в^р - t_н^р) \cdot 10^{-6} =$$

$= 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 132000 (16+39) \cdot 10^{-6} = 15,21$ Гкал/ч,

где 0,6 - доля общего притока воздуха в машинное отделение;

α - принят равным 1,2;

ρ_{20} - плотность воздуха при температуре 20°С.

Котельное отделение:

$Q_{0.в} = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 132000 (12+39) \cdot 10^{-6} = 9,4$ Гкал/ч,

где 0,4 - доля общего притока воздуха в котельное отделение.

Расчетные тепловые нагрузки на приточные установки зональной истемы вентиляции составят:

для машинного отделения

$$Q_{з.в} = 0,1 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 1328000 (16+39) \cdot 0,443 \cdot 10^{-6} = 0,936 \text{ Гкал/ч},$$

где 0,443 - отношение объема рабочей зоны машинного отделения к общему объему рабочей зоны главного корпуса;

для котельного отделения

$$Q_{з.в} = 0,1 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 1328000 (12+39) \cdot 0,557 \cdot 10^{-6} = 1,091 \text{ Гкал/ч},$$

где 0,557 - отношение объема рабочей зоны котельного отделения к общему объему рабочей зоны главного корпуса.

Норма расхода тепла на отопление составит:

для машинного отделения

$$q_0^н = \frac{Q_0^п (t_в^р - t_н^і)}{(t_в^р - t_н^р)} (1-\beta) + \frac{Q_0^д (t_в^р - t_н^і)}{(t_в^р - t_н^р)} \beta =$$

$$= \frac{0,309 (13 - t_н^і)}{(13+39)} (1-\beta) + \frac{1,53 (10 - t_н^і)}{(10+39)} \beta =$$

$$= 0,0058 (13 - t_н^і)(1-\beta) + 0,0312 (10 - t_н^і)\beta ;$$

для котельного отделения

$$q_0^н = \frac{0,378 (12 - t_н^і)}{(12+39)} (1-\beta) + \frac{2,58 (10 - t_н^і)}{(10+39)} \beta =$$

$$= 0,0074 (12 - t_н^і)(1-\beta) + 0,0527 (10 - t_н^і)\beta .$$

По полученным формулам строятся графические зависимости (рис.15 и 16).

Норма расхода тепла на местную и зональную вентиляцию составит:

для машинного отделения

$$q_{в.с.н}^н = \frac{\Sigma Q_{м.в} (t_в^р - t_н^і)}{t_в^{ср} - t_н^р} + \frac{Q_{з.в} (t_в^р - t_н^і)}{t_в^р - t_н^р} \gamma =$$

$$= \frac{0,175 (16 - t_н^і)}{(16+39)} + \frac{0,936 (16 - t_н^і)}{(16+39)} \cdot \gamma =$$

$$= 0,0032 (16 - t_н^і) + 0,017 (16 - t_н^і)\gamma ;$$

для котельного отделения

$$q_{в.с.н}^н = \frac{0,1 (16 - t_н^і)}{(16+39)} + \frac{1,091 (12 - t_н^і)}{(12+39)} \cdot \gamma =$$

$$= 0,0018 (16 - t_н^і) + 0,0214 (12 - t_н^і)\gamma .$$

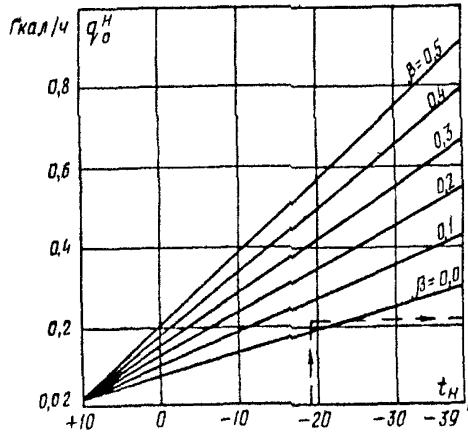


Рис.I5. Зависимость нормы расхода тепла на отопление машинного отделения от $t_н$ и β

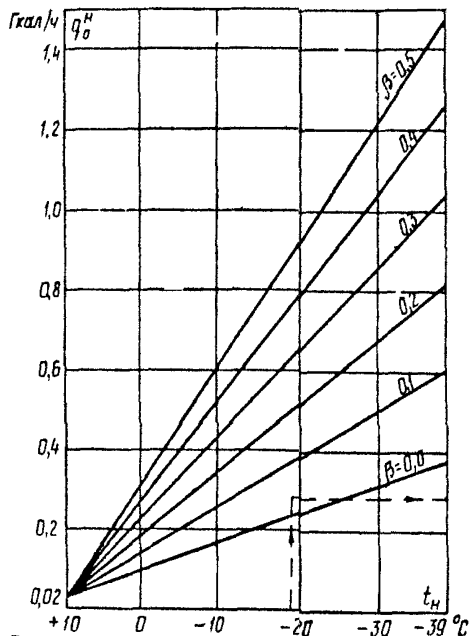


Рис.I6. Зависимость нормы расхода тепла на отопление котельного отделения от $t_н$ и β

По полученным формулам строятся графические зависимости рис.I3 и I7).

Норма расхода тепла на технологическую вентиляцию определяется по (25).

Машинное отделение:

$$q^{н}_{т.в} = (q_{о.в} - q_{з.в}) \frac{(t^{р}_{в} - t^{i}_{н})}{(t^{р}_{в} - t^{р}_{н})} \gamma =$$

$$= (I5,2I - 0,936) \frac{(I6 - t^{i}_{н})}{(I6+39)} \cdot \gamma = 0,26\ (I6 - t^{i}_{н})\gamma.$$

Котельное отделение:

$$q^{н}_{т.в} = (9,4 - I,09I) \frac{(I2 - t^{i}_{н})}{(I2+39)} \cdot \gamma = 0,I63(I2 - t^{i}_{н})\gamma.$$

Подсчитанные по данным зависимостям нормы расхода тепла приводятся на графиках (рис.I8 и I9).

Расчет нормативного расхода тепла на отопление и вентиляцию главного корпуса ТЭС за определенный период

Исходные данные

Отчетный период - январь.

Число часов в месяце n - 744.

Срецняя температура наружного воздуха $t^{i}_{н}$ - минус I9°С.

Общее число простоев турбоагрегата - I20 ч.

Коэффициент использования установленной тепловой мощности котла - 90% (γ = 0,9).

Коэффициент β определяется по (20).

$$\beta = \frac{\Sigma n_i}{Z n} = \frac{I20}{4 \cdot 744} = 0,04.$$

По графикам рис.I5 и I6 определяются нормы расхода тепла на отопление машинного и котельного отделений и получают суммарное значение нормы:

$q^{н}_{о} = 0,2I5 + 0,280 = 0,495$ Гкал/ч.

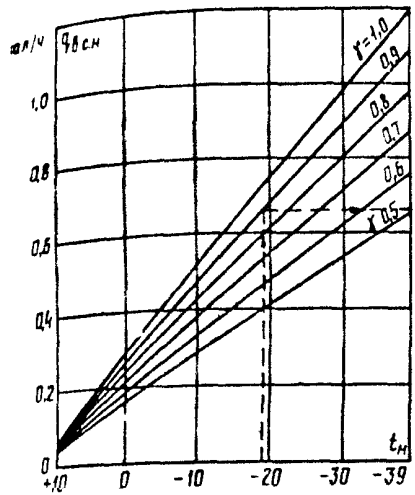


Рис.17. Зависимость нормы расхода тепла на вентиляцию котельного отделения от $t_н$ и γ

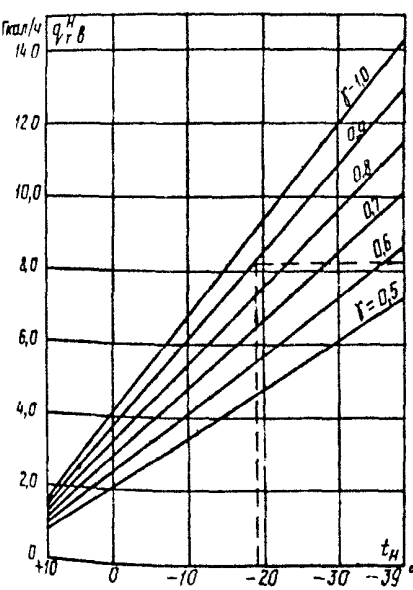
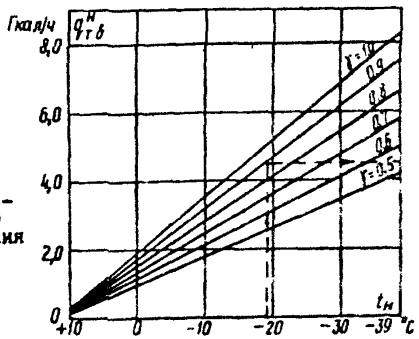


Рис.18. Зависимость нормы расхода тепла на технологическую вентиляцию машинного отделения от $t_н$ и γ



ис.I9. Зависимость нормы расхода тепла на технологическую вентиляцию котельного отделения от $t_н$ и γ

По графикам рис.I3 и I7 определяются нормы расхода тепла на вентиляцию собственных нужд по машинному и котельному отделениям получают суммарное значение нормы

$$q^н_{в.с.н} = 0,648 + 0,660 = 1,308 \text{ Гкал/ч.}$$

Нормативный расход тепла на отопление и вентиляцию главного корпуса ТЭС за указанный период определяется по формуле:

$$Q^н_{с.н} = (q^н_0 + q^н_{в.с.н})\, n =$$

$$= (0,495 + 1,308) \cdot 744 = 1340 \text{ Гкал/мес.}$$

По графикам рис.I8 и I9 определяются нормы расхода тепла на технологическую вентиляцию машинного и котельного отделений и получают суммарное значение нормы:

$$q^н_{т.в} = 8,20 + 4,55 = 12,75 \text{ Гкал/ч.}$$

Нормативный расход тепла на технологическую вентиляцию главного корпуса ТЭС за указанный период определяется по (30):

$$Q^н_{т.в} = q^н_{т.в}\, n = 12,75 \cdot 744 = 9478 \text{ Гкал/мес.}$$

Определение индивидуальных норм расхода тепла на отопление и вентиляцию

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление главного корпуса определяются по формулам (3I) или (32):

$$H^н_0 = \alpha_0 \frac{Q^п_0 \cdot 10^6}{V(t^р_в - t^р_н)} = 1,576 \frac{0,682 \cdot 10^6}{464256(16+39)} = 0,045 \text{ ккал/(м}^3\text{.ч.}^\circ\text{C)}$$

$$\text{или } H_0^н = \alpha_0 \frac{Q_0^п \cdot 10^6}{\Sigma Q_к^н (t_в^р - t_н^р)} = 1{,}576 \frac{0{,}682 \cdot 10^6}{1000\ (16+39)} = 20{,}8 \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал}\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С}};$$

$$\alpha_0 = 0{,}1\ (6{,}76-1)+1=1{,}576 \quad (\text{при } \beta = 0{,}1);$$

$$\beta = \frac{Q_0^д (t_в^п - t_н^р)}{Q_0^п (t_в^д - t_н^р)} = \frac{4{,}11\ (16+39)}{0{,}682\ (10+39)} = 6{,}76.$$

Индивидуальные нормы расхода тепла на вентиляцию главного корпуса определяются по формулам:

$$q_в^{у.н} = \alpha_в \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{V (t_в - t_н^р)} = 1{,}136 \frac{2{,}027 \cdot 10^6}{464256 (16+39)} = 0{,}09 \text{ ккал/(м}^3\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)};$$

$$q_в^{у.н} = \alpha_в \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{\Sigma Q_к^п (t_в - t_н^р)} = 1{,}136 \frac{2{,}027 \cdot 10^6}{1000 (16+39)} = 42{,}0 \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал}\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С}};$$

$$\alpha_в = \gamma + C = 1 + 0{,}136 = 1{,}136 \quad (\text{при } \gamma = 1);$$

$$C = \frac{\Sigma Q_{м.в} (t_в^р - t_н^р)}{Q_{з.в} (t_в^{ср} - t_н^р)} = \frac{0{,}275 (16+39)}{2{,}027 (16+39)} = 0{,}136.$$

Индивидуальные нормы расхода тепла на отопление главного корпуса, приведенные к температуре наружного воздуха - 30°С, определяются по формуле:

$$H_0^{зо} = q_0^{у.н} / \psi_0 = 0{,}045 : 0{,}93 = 0{,}048 \text{ ккал/(м}^3\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)};$$

$$\text{или} \quad H_0^{зо} = q_0^{у.н} / \psi_0 = 20{,}8 : 0{,}93 = 22{,}4 \frac{\text{ккал/ч}}{\text{Гкал}\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С}};$$

$$\psi_0 = K(1-\alpha) \frac{t_н^р + 30}{t_в^р - t_н^р} + 1 = 1{,}128(1-0{,}63) \frac{-39+30}{16+39} + 1 = 0{,}93;$$

$$\alpha = Q_{инф} / Q_0 = 0{,}43 / 0{,}682 = 0{,}63.$$

Приложение I

МАССА I м³ СУХОГО ВОЗДУХА (ПРИ НОРМАЛЬНОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ) [2]

Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг	Температура воздуха, °С	Масса, кг
-50	I,583	-20	I,395	I0	I,247	40	I,I28
-49	I,576	-I9	I,390	II	I,243	4I	I,I24
-48	I,569	-I8	I,384	I2	I,239	42	I,I2I
-47	I,562	-I7	I,379	I3	I,234	43	I,II7
-46	I,555	-I6	I,374	I4	I,230	44	I,II4
-45	I,548	-I5	I,368	I5	I,226	45	I,II0
-44	I,54I	-I4	I,363	I6	I,22I	46	I,I07
-43	I,535	-I3	I,358	I7	I,2I7	47	I,I03
-42	I,528	-I2	I,352	I8	I,2I3	48	I,I00
-4I	I,522	-II	I,347	I9	I,209	49	I,096
-40	I,5I5	-I0	I,342	20	I,205	50	I,093
-39	I,509	-9	I,337	2I	I,20I	5I	I,090
-38	I,502	-8	I,332	22	I,I97	52	I,086
-37	I,496	-7	I,327	23	I,I93	53	I,083
-36	I,489	-6	I,322	24	I,I89	54	I,080
-35	I,483	-5	I,3I7	25	I,I85	55	I,076
-34	I,477	-4	I,3I2	26	I,I8I	56	I,073
-33	I,470	-3	I,307	27	I,I77	57	I,070
-32	I,465	-2	I,303	28	I,I73	58	I,066
-3I	I,459	-I	I,298	29	I,I69	59	I,063
-30	I,453	0	I,293	30	I,I65	60	I,060
-29	I,447	I	I,288	3I	I,I6I	6I	I,057
-28	I,44I	2	I,284	32	I,I57	62	I,054
-27	I,435	3	I,279	33	I,I54	63	I,05I
-26	I,429	4	I,274	34	I,I50	64	I,047
-25	I,423	5	I,270	35	I,I48	65	I,044
-24	I,4I8	6	I,265	36	I,I42	66	I,04I
-23	I,4I2	7	I,26I	37	I,I39	67	I,038
-22	I,406	8	I,256	38	I,I35	68	I,035
-2I	I,40I	9	I,252	39	I,I3I	69	I,032

Приложение 2

НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ УСЛОВИЙ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ГЛАВНОГО КОРПУСА [5]

Наименование помещения	Температура воздуха в рабочей зоне, °С		Относительная влажность воздуха, %	
	в холодный период года	в теплый период года	в холодный период года	в теплый период года
Машинное отделение	16-22	Не выше 33	60-40	60-20
Котельное отделение	10-22	Не выше 33	60-40	60-20
Распределительное устройство собственных нужд	5-20	Не выше 33	70-30	70-30
Помещение панелей реле защиты и сигнализации	18-25	Не выше 30	60-30	60-30
Помещение экспериментального контроля	18-25	Не выше 30	60-30	60-30
Дымососное отделение	12-25	Не выше 33	Не нормируется	
Распределительное устройство электрофильтров	18-25	Не выше 33	Не нормируется	
Надбункерная галерея	Не ниже 10	Не выше 33	Не нормируется	
Деаэраторная этажерка	Не ниже 10	Не выше 33	60-20	60-20
Аккумуляторные и кислотные	Не ниже 10	Не выше 23	Не нормируется	
Кабельный этаж	Не выше 50	Не выше 40	Не нормируется	

Примечания: 1. Вне рабочих мест температура воздуха не должна превышать 40°С.
2. Температура воздуха, перетекающего из машинного отделения в котельное, не должна превышать 33°С.

Приложение 3

НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ УСЛОВИЙ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ХОЛОДНОГО И ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДОВ ГОДА [8]

Категория работ	Оптимальные		Допустимые	
	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %
Легкая - I	20-23	60-40	I9-25	Не более 75
Средней тяжести Iа	I8-20		I7-23	
Iб			I5-21	
Тяжелая III	I6-I8		I3-I9	

Приложение 4

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЙ И ЗОН ВЛАЖНОСТИ [4]

Влажностный режим помещения	Условия эксплуатации (А и Б) в зонах влажности по приложению 1		
	Сухая	Нормальная	Влажная
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приложение 5

ЗНАЧЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ЗАПОЛНЕНИЙ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ

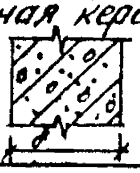
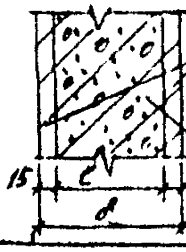
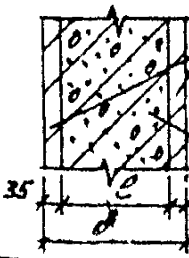
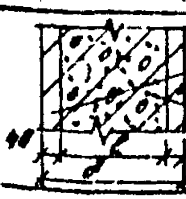
Заполнения световых проемов	Расстояние между стеклами, мм	R_0 ($м^2 \cdot ч \cdot {}^oC$)/ккал
Одинарные переплеты (одинарное остекление) по ГОСТ 16407-70 и ГОСТ 12506-67	-	0,2
2. Двойные переплеты спаренные (двойное остекление) по		
ГОСТ 11214-65	55	0,4
ГОСТ 16407-70	50	0,4
ГОСТ 12506-67	55	0,4
3. Двойные переплеты раздельные (двойное остекление) по		
ГОСТ 11214-65	110	0,44
ГОСТ 16407-70	100	0,44
4. Тройные переплеты, одинарные плюс спаренные (тройное остекление) по ГОСТ 16289-70	160	0,6
5. Вертикальное остекление из стеклянных пустотелых блоков по ГОСТ 9272-66	-	0,5

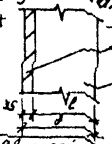
Примечания: 1. Данные взяты из правил теплотехнического и экономического расчета ограждающих конструкций отапливаемых зданий тепловых и атомных электростанций РТМ 34-345а-76 (ТЭП).

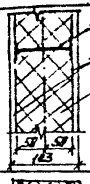
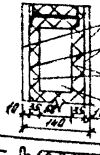
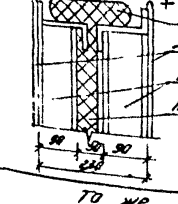
2. Значения сопротивлений теплопередаче приведены для окон, балконных дверей и фонарей с деревянными переплетами и коробками. При применении металлических переплетов и коробок приведенные значения следует уменьшать на 10%.

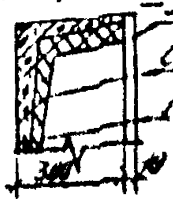
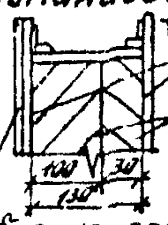
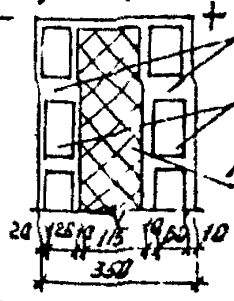
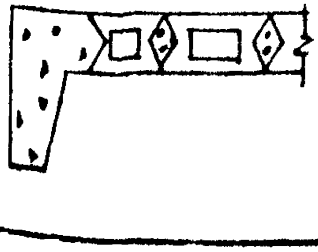
Приложение 6

Значения сопротивления теплопередаче стеновых ограждающих конструкций[1], м² ч °С/ккал

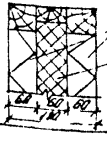
№ п/п	Ограждающие конструкции	Толщина утеплителя $\delta_у$, мм	Толщина ограждения δ, мм	Условие эксплуатации А: R_0	Условие эксплуатации Б: R_0
1	2	3	4	5	6
1	Однослойная керамзитобетонная панель  $\gamma = 1200$ кг/м³	—	200	0,75	0,68
		—	250	0,90	0,81
		—	300	1,04	0,93
2	То же Керамзитобетон $\gamma = 1100$ кг/м³	—	200	0,85	0,79
		—	250	1,02	0,90
		—	300	1,18	1,04
3	То же Керамзитобетон $\gamma = 1000$ кг/м³	—	200	0,98	0,85
		—	250	1,18	1,02
		—	300	1,38	1,18
4	То же Керамзитобетон $\gamma = 900$ кг/м³	—	200	1,07	0,91
		—	240	1,25	1,06
5	Трехслойная керамзитобетонная панель  	130	160	0,81	0,71
		170	200	0,99	0,85
		210	240	1,17	1,00
		270	300	1,44	1,21
		310	400	1,88	1,57
6	 	90	160	0,83	0,70
		130	200	1,05	0,88
		170	240	1,28	1,05
		230	300	1,62	1,33
		330	400	2,19	1,77
7	 	120	200	0,79	0,70
		170	250	0,93	0,86
		220	300	1,09	1,03

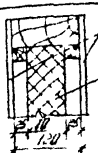
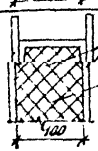
№ п/п	Ограждающие конструкции	Толщина: Утеплителя l мм	Толщина: Ограждения δ мм	Условие эксплуатации: "А" R_0	Условие эксплуатации: "Б" R_0
	2	3	4	5	6
9	Однослойная бетонная панель  ячеистый бетон γ=700 кг/м³	–	160	1,02	0,93
		–	200	1,23	1,11
		–	240	1,44	1,30
		–	300	1,76	1,58
		–	400	2,28	2,04
10	Двухслойная бетонная панель  бетон γ=2400 кг/м³; ячеистый бетон γ=700 кг/м³	125	160	0,88	0,79
		165	200	1,09	0,98
		205	240	1,30	1,16
		265	300	1,61	1,44
		365	400	2,14	1,91
11	Двухслойная бетонная панель  бетон γ=2400 кг/м³; ячеистый (пенобетон, газобетон) γ=1000 кг/м³; Пароизоляция эмалевой краской	165	200	0,77	0,68
		215	250	0,93	0,83
		265	300	1,10	0,97
12	То же. Ячеистый бетон (пенозолобетон, газозолобетон) γ=1000 кг/м³	165	200	0,77	0,68
		215	250	0,93	0,83
		265	300	1,10	0,97
13	Двухслойная бетонная панель  пароизованный бетон; Ячеистый бетон γ=1000 кг/м³ (пенобетон, газобетон)	180	200	0,83	0,74
		230	250	0,99	0,88
		280	300	1,16	1,02
14	То же. Пенозолобетон, газозолобетон γ=1000 кг/м³	180	200	0,83	0,74
		230	250	0,99	0,88
		280	300	1,16	1,02
	Соликальцитные панели  γ=1200 кг/м³; λ_1=0,31; λ_2=0,35; S_1'=4,35; S_2'=5,0	–	120	0,57	0,53
		–	200	0,83	0,75
		–	350	1,31	1,18

№№ п.п.	Ограждающие конструкции	Толщина: Утеплителя l, мм	Толщина: Ограждения δ, мм	Условие эксплуатации „А": R_0	Условие эксплуатации „Б": R_0
	2	3	4	5	6
1		—	450	1,63	1,46
14		—	600	2,11	1,89
15	 Гнутый профиль из алюминиевого сплава; Асбестоцементные листы δ=10,0 мм; Минераловатные маты γ=200 кг/м³; Промазка битумом	100	123	2,04	1,89
16	 Алюминиевые плоские листы δ=1,0 мм; Эпоксидная смола „ЭД-6"; 2 слоя пенопласта ПхВ; Фенольно-формальдегидная смола	128	130	2,74	2,74
17	 Алюминиевые плоские листы δ=1,0 мм; Эпоксидная смола „ЭД-6"; Пенопласт ПхВ; Воздушная прослойка	70	140	1,79	1,79
18	 Пенополиуретан; Алюминиевые листы; Каркас панелей; Плиты из минераловаты γ=150 кг/м³	50	230	1,40	1,27
19	То же δ=60 мм	60	240	1,80	1,60

№№ п/п	Ограждающие конструкции	Толщина: Утеплителя l, мм	Толщина: Ограждения δ, мм	Условие эксплуатации: „А" R_0	Условие эксплуатации: „Б" K_0
1	2	3	4	5	6
20	Армоцементная панель +  — Армоцементные плитки δ=10.0 мм Стеклянное волокно γ=170 кг/м³ δ=30 мм Армоцементная плита δ=10.0 мм $\lambda_{стекловол.}$=0.034	30	310	1,30	1,30
21	То же Утеплитель-минераловатные плиты γ=200 кг/м³	30	310	1,02	0,92
22	То же Утеплитель-пенопласт ПСБ и ПСБС	30	310	1.17	1.17
23	Алюминиевые панели − +  Алюминиевые листы δ=1.0 мм Плиты из пенопласта γ=35÷40 кг/м³ λ=0.04; S=0.5 Обмазка эпоксидным клеем без наполнителя	130	132	3,43	3,43
24	Виброкирпичные панели − +  Цементный раствор γ=1800 кг/м³ Кирпич γ=1700 кг/м³ Минераловатные плиты γ=400 кг/м³	115	350	2,03	1,67
	Наружные стены блочные				
25	Стеклянные пустотелые блоки (однокамерные)  λ=0,36 ккал/м×4°С	—	98	0,46	0,46

№ п/п	Ограждающие конструкции		Толщина: Утеплителя δ_1, мм	Толщина: Ограждения δ, мм	Условие эксплуатации "А" R_0	Условие эксплуатации "Б" R_0
1	2		3	4	5	6
26	Керамзитобетонные блоки Наружный фактурный слой $\gamma=2400$ кг/м³ Керамзитобетон	$\gamma=400$ кг/м³	280	300	2,53	2,07
		$\gamma=600$ кг/м³			2,07	1,68
		$\gamma=800$ кг/м³			1,60	1,32
		$\gamma=1000$ кг/м³			1,32	1,13
		$\gamma=1200$ кг/м³			1,0	0,98
		$\gamma=1400$ кг/м³			0,82	0,76
27	Керамзитобетонные блоки	$\gamma=400$ кг/м³	380	400	3,37	2,74
		$\gamma=600$ кг/м³			2,71	2,20
		$\gamma=800$ кг/м³			2,10	1,72
		$\gamma=1000$ кг/м³			1,72	1,46
		$\gamma=1200$ кг/м³			1,28	1,15
		$\gamma=1400$ кг/м³			1,05	0,96
28	То же	$\gamma=400$ кг/м³	480	500	4,20	3,40
		$\gamma=600$ кг/м³			3,40	2,60
		$\gamma=800$ кг/м³			2,60	2,12
		$\gamma=1000$ кг/м³			2,12	1,80
		$\gamma=1200$ кг/м³			1,57	1,40
		$\gamma=1400$ кг/м³			1,27	1,16
29	Шлакобетонные блоки из топливных (котельных) шлаков Наружный фактурный слой бетон $\gamma=2400$ кг/м³	$\gamma=1200$ кг/м³	280	300	0,90	0,82
		$\gamma=1400$ кг/м³			0,76	0,71
		$\gamma=1600$ кг/м³			0,67	0,63
30	То же	$\gamma=1200$ кг/м³	380	400	1,15	1,04
		$\gamma=1400$ кг/м³			0,96	0,89
		$\gamma=1600$ кг/м³			0,84	0,79

№№ п/п	Ограждающие конструкции		Толщина: Утеплителя δ мм	Толщина: Ограждения δ мм	Условие эксплуатации „А" R_0	Условие эксплуатации „Б" R_0
1	2		3	4	5	6
31	То же	γ=1200 кг/м³	480	500	1,40	1,27
		γ=1400 кг/м³			1,16	1,07
		γ=1600 кг/м³			1,00	0,94
32	То же	γ=1200 кг/м³	580	600	1,65	1,49
		γ=1400 кг/м³			1,36	1,25
		γ=1600 кг/м³			1,17	1,09
33	Шлакобетонные блоки на доменных гранулированных шлаках  наружный фактурный слой бетон γ=2400 кг/м³	γ=1200 кг/м³	280	300	1,00	0,90
		γ=1400 кг/м³			0,90	0,82
		γ=1600 кг/м³			0,82	0,76
34	То же	γ=1200 кг/м³	380	400	1,28	1,15
		γ=1400 кг/м³			1,15	1,05
		γ=1600 кг/м³			1,05	0,96
35	То же	γ=1200 кг/м³	480	500	1,57	1,40
		γ=1400 кг/м³			1,40	1,27
		γ=1600 кг/м³			1,27	1,16
36	То же	γ=1200 кг/м³	580	600	1,86	1,65
		γ=1400 кг/м³			1,65	1,49
		γ=1600 кг/м³			1,49	1,36
	Стены временного торца					
37	 листы асбофанеры δ=60 мм; Шлаковойлок (войлок минерало ватный)		60	180	1,65	1,53

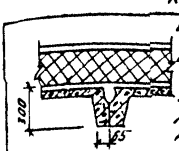
№№ п/п	Ограждающие конструкции		Толщина: Утеплителя в мм	Толщина: Ограждения в мм	Условие эксплуатации: „А" R_a	Условие эксплуатации: „Б" R_a
1	2		3	4	5	6
38	 Оцинкованное кровельное железо Δ 0,5 мм; Войлок минераловатный		70	120	1,94	1,84
39	 Алюминиевые листы; Маты минераловатные на синтетической основе γ=100 кг/м³, λ=0,04		100	102	2,68	2,68
	Кирпичные стены					
	Ограждающие конструкции	В кирпичах				
40	Стены из эффективного дырчатого кирпича Кладка сплошная на тяжелом растворе Кирпич дырчатый со 105 отверстиями γ=1300 кг/м³	1,5	—	380	1,13	1,03
		2,0	—	510	1,45	1,31
		2,5	—	640	1,78	1,60
41	То же Кирпич дырчатый с 60 отверстиями γ=1300 кг/м³	1,5	—	380	1,03	0,94
		2,0	—	510	1,31	1,20
		2,5	—	640	1,60	1,46
42	То же Кирпич дырчатый с 31 отверстием γ=1300 кг/м³	1,5	—	380	1,03	0,87
		2,0	—	510	1,31	1,11
		2,5	—	640	1,60	1,34
43	Стены из керамических семищелевых камней Кладка сплошная на тяжелом растворе γ=1400 кг/м³	1,0	—	250	0,74	0,64
		1,5	—	380	1,03	0,87
		2,0	—	510	1,31	1,11
		2,5	—	640	1,60	1,34

№ п/п	Ограждающие конструкции	Толщина стены в кирпичах	Толщина стены в мм	Условия эксплуатации "А" R_0	Условия эксплуатации "Б" R_0
1	2	3	4	5	6
44	Стены из обыкновенного глиняного кирпича. Кладка сплошная на тяжелом растворе $\gamma = 1800$ кг/м³	2,5	120	0,38	0,35
		1,0	250	0,60	0,54
		1,5	380	0,82	0,73
		2,0	510	1,03	0,90
		2,5	640	1,25	1,10
		3,0	770	1,46	1,28
45	Стены из силикатного кирпича. Кладка сплошная на тяжелом растворе $\gamma = 1900$ кг/м³	2,5	120	0,37	0,34
		1,0	250	0,57	0,53
		1,5	380	0,77	0,69
		2,0	510	0,97	0,80
		2,5	640	1,17	1,04
		3,0	770	1,36	1,20
46	Стены из обыкновенного глиняного кирпича. Кладка с воздушной прослойкой на тяжелом растворе $\gamma = 1800$ кг/м³ 	1,5	420	1,01	0,92
		2,0	550	1,22	1,09
		2,5	680	1,44	1,29
47	Стены из силикатного кирпича. Кладка с воздушной прослойкой на тяжелом растворе $\gamma = 1900$ кг/м³	1,5	420	0,96	0,88
		2,0	550	1,16	1,05
		2,5	680	1,36	1,23
48	Сплошная кирпичная стена с утеплителем из пенобетона  Пенобетон $\gamma = 600$ кг/м³, $\delta = 640$ мм	2,5	120	0,75	0,69
		1,0	250	2,98	2,87
		1,5	380	1,18	1,06
		2,0	510	1,41	1,24

№ п/п	Ограждающие конструкции	Толщина стены в кирпичах	Толщина стены в мм	Условие эксплуатации "А" R_0	Условие эксплуатации "Б" R_0
1	2	3	4	5	6
49	То же пенобетон γ=800 кг/м³, δ=820 мм	0,5	120	0,88	0,80
		1,0	250	1,10	0,98
		1,5	380	1,32	1,17
		2,0	510	1,53	1,36
50	То же пенобетон γ=600 кг/м³, δ=100 мм	0,5	120	1,01	0,91
		1,0	250	1,22	1,10
		1,5	380	1,44	1,28
		2,0	510	1,66	1,47
51	То же, пенобетон γ = 600 кг/м³, δ = 120 мм	0,5	120	1,13	1,02
		1,0	250	1,34	1,21
		1,5	380	1,57	1,39
		2,0	510	1,78	1,58
52	Трехслойная керамзитобетонная панель с плотностью среднего слоя γ=1200 кг/м³	—	200	0,65	0,58
		—	250	0,79	0,71
		—	300	0,93	0,83
53	Ограждение из профилированного стального листа с утеплителем-пенополистиролом	—	30	1,02	0,99
		—	50	1,57	1,53

[1] Взяты из указаний ТЭП для теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий тепловых электростанций

Значения сопротивления теплопередаче конструкций покрытий[1]



Водоизоляционный ковер (10 мм)
Выравнивающий слой (15 мм)
Утеплитель
Железобетонные сборные крупноплощадные плиты (300 мм)

Без утеплителя
$R_0 = 0.28$ м²·ч·°С/ккал

		плитные утеплители								
γ, кг/м³		200	400	600	300	400	500	600	500	300
λ_A, ккал/м·ч·°С		0,06	0,12	0,15	0,10	0,11	0,14	0,16	0,11	0,07
$\lambda_Б$, ккал/м·ч·°С		0,06	0,15	0,20	0,11	0,12	0,15	0,18	0,16	0,08
Толщина утеплителя δ, мм	R_0 м²·ч·°С/ккал	Деревобетонные клеежелезобетонные плиты	Керамзитобетон		Пенобетон, бетон ячеистый, пеносиликат				Пеностекло	Минераловатные плиты
50	$R_А$	1,28	—	—	—	—	—	—	—	0,99
	$R_Б$	1,12	—	—	—	—	—	—	—	0,90
60	$R_А$	—	0,78	0,68	0,88	0,83	0,71	0,66	0,83	1,14
	$R_Б$	—	0,68	0,58	0,83	0,78	0,68	0,61	0,66	1,09
70	$R_А$	—	0,86	0,75	0,98	0,92	0,78	0,72	0,92	1,28
	$R_Б$	—	0,75	0,63	0,92	0,86	0,75	0,67	0,72	1,15
80	$R_А$	—	0,95	0,81	1,08	1,01	0,85	0,78	1,01	1,42
	$R_Б$	—	0,81	0,68	1,01	0,95	0,81	0,72	0,78	1,28
90	$R_А$	—	1,03	0,88	1,18	1,10	0,92	0,84	1,10	—
	$R_Б$	—	0,88	0,73	1,10	1,03	0,88	0,78	0,84	—
100	$R_А$	—	1,11	0,95	1,28	1,19	1,00	0,90	1,19	1,71
	$R_Б$	—	0,95	0,78	1,19	1,11	0,95	0,84	0,91	1,53
120	$R_А$	—	1,28	1,08	1,48	1,37	1,14	1,03	1,37	1,99
	$R_Б$	—	1,08	0,88	1,37	1,28	1,08	0,95	1,03	1,78
140	$R_А$	—	1,45	1,21	1,68	1,55	1,28	1,15	1,55	—
	$R_Б$	—	1,21	0,98	1,55	1,45	1,21	1,06	1,15	—
160	$R_А$	—	1,63	1,35	1,88	1,73	1,42	1,28	1,73	—
	$R_Б$	—	1,35	1,08	1,73	1,61	1,35	1,17	1,27	—

плитные утеплители

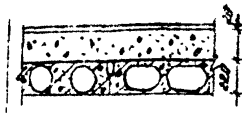
γ, кг/м³		200	400	600	300	400	500	600	500	300
$\lambda_Д$ ккал/мч°С		0,05	0,12	0,15	0,10	0,11	0,14	0,16	0,11	0,07
$\lambda_Б$ ккал/мч°С		0,06	0,15	0,20	0,11	0,12	0,15	0,18	0,16	0,08
Толщина утеплителя δ, мм	R_0 м²°С/ккал	Асбестовалитовые плиты	Керамзитобетон		Пенобетон, бетон ячеистый, пеносиликат				пенобетон	Минераловатные плиты
180	$R_Д$	—	1,78	1,48	2,08	1,92	1,57	1,40	1,92	—
	$R_Б$	—	1,48	1,18	1,92	1,78	1,48	1,28	1,41	—
200	$R_Д$	—	1,95	1,61	2,28	2,10	1,71	1,53	2,10	3,14
	$K_Б$	—	1,61	1,28	2,10	1,95	1,61	1,39	1,53	2,78

плитные утеплители

засыпные утеплители

γ, кг/м³		400	500	150	600	400	600	300	500	600
$\lambda_Д$, ккал/мч°С		0,10	0,15	0,05	0,12	0,11	0,15	0,11	0,15	0,15
$\lambda_Б$, ккал/мч°С		0,12	0,17	0,05	0,15	0,14	0,20	0,13	0,18	0,20
Толщина утеплителя δ, мм	R_0 м²°С/ккал	пеногазолит		пенопласт ПХВ	перлитобетон	Фибролит		Керамзит		вспученный туф
20	$R_Д$	—	—	0,68	—	—	—	—	—	—
	$R_Б$	—	—	0,68	—	—	—	—	—	—
30	$R_Д$	—	—	0,88	—	0,55	0,48	—	—	—
	$R_Б$	—	—	0,88	—	0,49	0,43	—	—	—
40	$R_Д$	—	—	1,08	—	—	—	0,64	0,55	0,55
	$R_Б$	—	—	1,08	—	—	—	0,59	0,50	0,48
50	$R_Д$	—	—	1,28	—	0,73	0,61	0,73	0,61	0,61
	$R_Б$	—	—	1,28	—	0,64	0,53	0,65	0,55	0,53
60	$R_Д$	0,88	0,68	1,48	0,78	0,83	0,68	0,83	0,68	0,68
	$R_Б$	0,78	0,63	1,48	0,68	0,71	0,58	0,74	0,61	0,58
70	$R_Д$	0,98	0,75	—	0,86	—	—	0,92	0,75	0,75
	$R_Б$	0,86	0,69	—	0,75	—	—	0,82	0,67	0,63

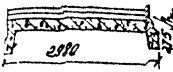
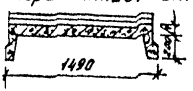
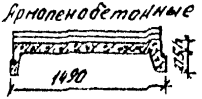
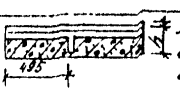
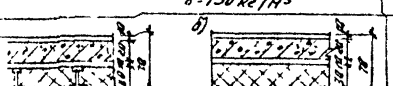
Плитные утеплители								Засыпные утеплители		
γ, кг/м³		350	500	190	600	400	600	300	500	600
λ_A, ккал/м·ч·°С		0,09	0,15	0,05	0,12	0,11	0,15	0,11	0,15	0,15
$\lambda_Б$, ккал/м·ч·°С		0,11	0,17	0,05	0,15	0,14	0,18	0,13	0,18	0,20
Толщина утеплителя δ, мм	R_0 м²ч°С/ккал	пенокерамзит		пенопласт ПХВ	перлитобетон	фибролит		керамзит		вспуч. туф
80	R_A	1,17	0,81	—	0,96	—	—	1,01	0,81	0,81
	$R_Б$	1,01	0,75	—	0,81	—	—	0,90	0,72	0,68
90	R_A	1,28	0,88	—	1,03	—	0,89	1,10	0,88	0,88
	$R_Б$	1,10	0,81	—	0,88	—	0,73	0,97	0,77	0,73
100	R_A	1,39	0,95	—	1,11	1,19	0,95	1,19	0,95	0,95
	$R_Б$	1,19	0,87	—	0,95	0,99	0,78	1,05	0,84	0,78
120	R_A	1,61	1,08	—	1,28	1,37	1,08	1,37	1,08	1,08
	$R_Б$	1,37	0,99	—	1,08	1,14	0,88	1,20	0,94	0,87
140	R_A	1,83	1,21	—	1,45	—	—	1,55	1,21	1,21
	$R_Б$	1,55	1,10	—	1,21	—	—	1,36	1,06	0,98
160	R_A	2,06	1,35	—	1,61	—	—	1,73	1,35	1,35
	$R_Б$	1,73	1,22	—	1,35	—	—	1,51	1,17	1,08
180	R_A	2,28	1,48	—	1,78	—	—	1,92	1,48	1,48
	$R_Б$	1,92	1,34	—	1,48	—	—	1,65	1,28	1,18
200	R_A	2,50	1,61	—	1,96	2,10	1,61	2,10	1,61	1,61
	$R_Б$	2,10	1,46	—	1,61	1,71	1,27	1,82	1,39	1,28

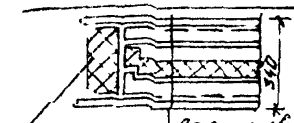
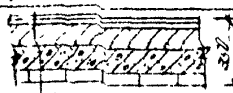
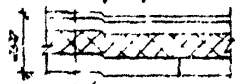
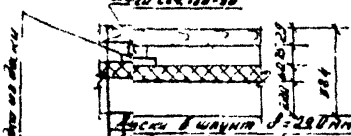


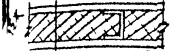
Без утеплителя

$R = 0{,}536\ м^2 \cdot ч \cdot °C/ккал$

		плитные утеплители										засыпные утеплители							
γ, кг/м³		1400	1600	1400	1600	1600	300	500	600	350	500	300	500	1000	700	900	1000	600	400
λ_B, ккал/м·ч·°C		0,12	0,15	0,11	0,14	0,16	0,07	0,10	0,15	0,09	0,15	0,11	0,15	0,27	0,15	0,18	0,12	0,15	0,12
λ_K, ккал/м·ч·°C		0,15	0,20	0,13	0,15	0,18	0,08	0,12	0,20	0,11	0,17	0,13	0,18	0,25	0,19	0,22	0,14	0,20	0,15
Задаваемое утепление по δ, мм	R	Керамзитобетон		Пенобетон Бетон ячеистый Ячеистый			Плиты минераловатные			Фибролит	Пенокерамзит			Керамзит		Шлак топливный		Шлак доменный		Туфпенобетон	
40	R_A	0,87	0,80	0,98	0,83	0,70	—	—	—		0,98	0,80	0,90	0,80	0,74	0,86	0,75	0,87	0,80	0,87
	$R_Б$	0,87	0,74	0,81	0,80	0,76	—	—	—		0,90	0,77	0,85	0,76	0,78	0,7	0,72	0,83	0,74	0,80
50	R_A	0,95	0,81	0,99	0,90	0,85	1,25	1,04	0,87		1,10	0,84	0,99	0,87	0,79	0,87	0,88	0,95	0,87	0,95
	$R_Б$	0,87	0,79	0,95	0,87	0,82	1,16	0,95	0,79		0,99	0,83	0,92	0,82	0,74	0,82	0,75	0,90	0,79	0,87
60	R_A	1,04	0,94	1,08	0,96	0,91	1,39	1,14	0,94		1,20	0,91	1,08	0,94	0,84	0,94	0,97	1,04	0,94	1,04
	$R_Б$	0,94	0,84	1,04	0,91	0,87	1,29	1,09	0,84		1,05	0,89	1,00	0,87	0,78	0,85	0,80	0,95	0,84	0,94
80	R_A	1,20	1,07	1,26	1,11	1,04	1,68	1,35	—		1,42	1,07	1,25	1,08	0,94	1,07	0,98	1,20	1,07	1,20
	$R_Б$	1,07	0,94	1,20	1,07	0,98	1,54	1,21	—		1,26	1,01	1,16	0,98	0,85	0,96	0,90	1,11	0,94	1,07
100	R_A	1,37	1,20	1,45	1,25	1,16	1,96	1,54	1,20		1,65	1,20	1,45	1,20	1,04	1,20	1,08	1,37	1,20	1,31
	$R_Б$	1,20	1,04	1,37	1,20	1,09	1,79	1,37	1,04		1,45	1,12	1,31	1,09	0,94	1,06	0,99	1,25	1,04	1,20
120	R_A	1,54	1,34	1,63	1,39	1,29	2,25	1,79	1,34		1,81	1,34	1,63	1,38	1,14	1,34	1,20	1,54	1,34	1,54
	$R_Б$	1,34	1,14	1,54	1,34	1,20	2,04	1,54	1,14		1,63	1,24	1,46	1,20	1,02	1,17	1,08	1,39	1,14	1,34
150	R_A	1,79	1,54	1,90	1,61	1,47	—	—	—		2,21	1,54	1,90	1,57	1,29	1,54	1,37	1,79	1,54	1,79
	$R_Б$	1,54	1,29	1,79	1,54	1,37	—	—	—		1,90	1,42	1,69	1,37	1,14	1,33	1,22	1,61	1,29	1,54
200	R_A	2,20	1,87	2,26	1,97	1,79	—	—	—		2,76	1,87	2,36	1,87	1,54	1,87	1,65	2,20	1,87	2,20
	$R_Б$	1,87	1,57	2,20	1,87	1,65	—	—	—		2,36	1,70	2,08	1,65	1,34	1,59	1,45	1,97	1,59	1,87
250	R_A	2,62	2,20	2,81	2,32	2,08	—	—	—		3,31	2,20	2,81	2,20	1,79	2,20	1,92	2,62	2,20	2,62
	$R_Б$	2,28	1,79	2,62	2,20	1,92	—	—	—		2,84	2,01	2,45	1,98	1,59	1,85	1,67	2,32	1,79	2,24

Тип покрытия	Толщина утеплителя δ, мм	Толщина ограждения δ мм	$R_л$	$R_б$
Керамзитобетонные  Водоизоляционный ковер (6,0 мм) Выравнивающий слой (15,0 мм) Керамзитобетон γ=800	—	140	0,94	0,80
	—	170	1,09	0,92
	—	200	1,24	1,04
	—			
Керамзитобетонные  γ=800 кг/м³	—	100	0,74	0,64
	—	120	0,84	0,72
	—	140	0,94	0,80
	—	160	1,04	0,88
	—	180	1,14	0,96
	—	200	1,24	1,04
Армопенобетонные  Рулонная кровля (6,0 мм) Пенобетон γ=750 кг/м³	—	100	0,71	0,67
	—	120	0,81	0,76
	—	140	0,91	0,84
	—	160	1,00	0,94
 Армированные из автоклавного ячеистого бетона γ=150 кг/м³	—	140	0,91	0,84
	—	160	1,00	0,94
 Асфальтовая холодная мастика δ=10 мм Армоцементная оболочка δ=20 мм Пароизоляция обмазочная Клей для приклеивания утеплителя Утеплитель – стекловолокнистые маты γ=170 кг/м³ δ=30 мм, λ=0,034	30	–	1,10	1,09
То же Утеплитель – маты минераловатные γ=150 кг/м³ δ=30 мм	30	–	0,82	0,76

Ограждающие конструкции	Толщина утеплителя в мм	Толщина ограждения в мм	$R_л$ м²·с/ккал	$R_б$ м²·с/ккал
				
	30.0		0,78	0,73
	40.0		0,98	0,91
Алюминиевый лист	50.0		1,18	1,09
Каркас панелей				
Плиты из минеральной ваты γ=150 кг/м³, λ=0.06	60.0		1,38	1,27
Каркас панелей				
Алюминиевый лист				
Переходный мостик				
				
Зелая рубероида на клеймассе				
Выравнивающий слой δ=20.0 мм	100	350	3,79	3,53
Пенобетон γ=500 кг/м³, δ=100.0 мм				
Шлаковая засыпка δ=0÷120 мм, γ=150 кг/м³				
Плоская ж/бетонная плита δ=100 мм				
Нижнее перекрытие				
				
Керамические плитки δ=13.0 мм	100	250	2,98	2,78
Цементный слой δ=37.0 мм				
Пенобетон γ=500 кг/м³, δ=100 мм				
Плоская ж/бетонная плита δ=100 мм				
Полы в жилых зданиях				
Перекрытия над подвалом				
	60	384	3,78	3,57
Доски в шпунт δ=29.0 мм				
Воздушная прослойка				
Пергаловатный войлок δ=[illegible] мм, δ=[illegible] мм				
Доски перегнутые с прослойкой шлака				
Перекрытие панель δ=220 мм				

Ограждающие конструкции	Толщина утеплителя δ, мм	Толщина ограждения δ, мм	R_A м²·°С/ккал	$R_Б$ м²·°С/ккал
Эстакада топливоподачи				
				
 По сеч. А-А Алюминиевый лист δ=0,8мм Маты минераловатные на синтетическом связке γ=125кг/м³ Алюминиевый лист δ=0,8мм	75	76,6	1,68	1,68
Внутреннее перекрытие	40	—	1,31	1,20
	50	—	1,44	1,34
	60	—	1,58	1,47
 Стяжка цементная δ=30,0мм Пенобетон γ=500кг/м³ Настил Железобетонные плиты δ=40,0мм	70	—	1,73	1,60
	80	—	1,87	1,73
	90	—	2,00	1,80
	100	—	2,15	1,99

См сноску к приложению 6.

Приложение 8

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ[1]

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С), при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Асбестоцементные изделия [удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Асбестоцементные плитки и листы	1900	0,25	0,30
Асбестоцементные теплоизоляционные плиты	50	0,09	0,II
То же	300	0,07	0,08
Асфальтовые и битумные материалы [удельная теплоемкость 0,4 ккал/(кг·°С)]			
Асфальт в полах и стяжках	1800	0,65	0,65
Асфальтобетон	2100	0,90	0,90
Битум нефтяной	1050	0,I5	0,I5
Бетоны [удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Железобетон (из бетона на гравии или щебне из природного камня)	2500	I,20	I,40
Бетон из гравия или щебня из природного камня	2400	I,05	I,25
Бетон на гравии	2400	0,80	0,90

[1] См. сноску к приложению 6.

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С), при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Крупнопористый беспесчаный бетон на плотном заполнителе	I900	0,80	0,85
То же	I600	0,55	0,60
Шлакобетон из топливных (котельных) шлаков и бетон на аглопорите	I800	0,70	0,75
То же	I600	0,60	0,75
-"-	I400	0,50	0,55
Шлакобетон из топливных (котельных) шлаков и бетон на аглопорите	I200	0,40	0,45
То же	I000	0,30	0,35
Шлакобетон на доменных гранулированных и малоклинкерном вяжущем	I800	0,50	0,55
То же	I600	0,40	0,50
-"-	I200	0,35	0,40
Термозитобетон (шлакопензобетон)	I600	0,40	0,50
То же	I400	0,35	0,40
-"-	I200	0,30	0,35
Перлитобетон	I200	0,30	0,35
То же	I000	0,23	0,28
-"-	800	0,I8	0,22
-"-	600	0,I2	0,I5
Керамзитобетон	I800	0,65	0,70
То же	I400	0,45	0,50
-"-	I200	0,35	0,40
-"-	I000	0,25	0,30
-"-	800	0,20	0,25
-"-	600	0,I5	0,20
-"-	400	0,I2	0,I5
Бетоны ячеистые (газобетон, пенобетон, газосиликат, пеносиликат)	I000	0,30	0,35
То же	800	0,22	0,25
-"-	600	0,I6	0,I8

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Бетоны ячеистые (газобетон, пенобетон, газосиликат, пеносиликат)	400	0,II	0,I2
То же	300	0,I0	0,II
Газозолобетон и пенозолобетон	I200	0,35	0,40
То же	I000	0,30	0,35
-"-	800	0,25	0,30
Вата минераловатная и изделия из нее [удельная теплоемкость 0,I8 ккал/(кг·°С)]			
Вата минеральная	I50	0,045	0,06
Вата стеклянная	I00	0,04	0,05
Войлок минераловатный	I50 и менее	0,05	0,055
Маты минераловатные в бумажной обкладке	200	0,055	0,06
Плиты минераловатные на битумной связке	400	0,08	0,I0
То же	300	0,07	0,08
Плиты минераловатные на синтетической связке	200	0,05	0,06
Газостекло, пеностекло, пеноглинит и стекло [удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Газостекло или пеностекло	400	0,I0	0,I2
То же	300	0,09	0,I0
Плиты пеноглинитные	500	0,I5	0,I7
То же	400	0,I0	0,I2
Стекло оконное	2500	0,65	0,65

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Гипсовые изделия и материалы [удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Плиты и камни из чистого гипса	1100	0,30	0,35
Плиты гипсовые с органическими наполнителями [удельная теплоемкость 0,25 ккал/(кг·°С)]	700	0,18	0,20
Гипсобетон на доменных гранулированных шлаках	1000	0,28	0,32
Гипсобетон на топливных (котельных) шлаках	1300	0,40	0,48
Пеногипс и газогипс	500	0,11	0,16
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) [удельная теплоемкость 0,24 ккал/(кг·°С)]	1000	0,17	0,20
Грунтовые материалы [удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Глинобитные или сырцовые стены	2000	0,70	0,80
Саманные стены [удельная теплоемкость 0,25 ккал/(кг·°С)]	1600	0,50	0,60
Смазка глино-песчаная	1800	0,50	0,60
Смазка глино-шлаковая	1300	0,40	0,45
Смазка глино-опилочная [удельная теплоемкость 0,3 ккал/(кг·°С)]	800	0,20	0,25
Засыпка из сухого песка	1600	0,40	0,50
Грунт растительный под зданием	1800	0,90	1,00

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Дерево и изделия из него [удельная теплоемкость 0,6 ккал/(кг·°С)]			
Сосна и ель поперек волокон	550	0,I2	0,I5
То же вдоль волокон	550	0,25	0,30
Дуб поперек волокон	800	0,I5	0,20
То же вдоль волокон	800	0,30	0,35
Фанера клеевая	600	0,I3	0,I5
Ксилолит лицевой [удельная теплоемкость 0,4 ккал/(кг·°С)]	I800	0,65	0,70
Ксилолит подстилающий [удельная теплоемкость 0,5 ккал/(кг·°С)]	I000	0,25	0,30
Опилки древесные	250	0,06	0,08
Фибролит цементный [удельная теплоемкость 0,5 ккал/(кг·°С)]	600	0,I5	0,20
То же	350	0,I0	0,I3
-"-	300	0,09	0,I2
Плиты древесноволокнистые	I000	0,24	0,29
То же	600	0,II	0,I4
Плиты древесноволокнистые жесткие (сухая органическая штукатурка)	700	0,I5	0,I8
Арболит на древесных отходах	700	0,I8	0,23
То же	600	0,I5	0,I9
-"-	500	0,I2	0,I5
Плиты древесноволокнистые	200	0,05	0,06
Засыпки теплоизоляционные [(удельная теплоемкость 0,2 ккал/(кг·°С)]			
Шлак топливный	I000	0,20	0,25
То же	700	0,I5	0,I9

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м.ч.°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Шлак доменный гранулированный	900	0,I8	0,22
То же	500	0,I2	0,I4
Керамзит	900	0,30	0,35
То же	500	0,I5	0,I8
То же	300	0,II	0,I3
Пемза или туф (засыпка) [удельная теплоемкость 0,3 ккал/(кг.°С)]	600	0,I5	0,20
То же	400	0,I2	0,I5
Перлит вспученный	250	0,05	0,08
Вермикулит вспученный	300	0,09	0,I2
Трепелы (диатомиты)	700	0,I6	0,I8
То же	500	0,I2	0,I5
Камни естественные [удельная теплоемкость 0,22 ккал/(кг.°С)]			
Гранит, базальт	2800	2,80	3,00
Граниты и кварциты	2400	I,50	I,75
Известняки	2000	0,90	I,00
То же	I700	0,70	0,80
Известняк - ракушечник	I400	0,50	0,55
известняковый	I300	0,40	0,45
артикский	I300	0,28	0,30
ереванский	I600	0,36	0,40
фельзитовый	2000	0,84	0,89
Кладка на тяжелом растворе из камня правильной формы при объемной массе камня, кг/м³			
2800	2680	2,55	2,75
2000	I960	0,87	0,97
I200	I260	0,39	0,44

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Кладка на тяжелом растворе из камня неправильной формы при объемной массе камня, кг/м³			
2800	2420	2,05	2,20
2000	I900	0,8I	0,9I
I200	I380	0,46	0,52
Кирпичная кладка (удельная теплоемкость 0,2I ккал/(кг.°С))			
Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на тяжелом растворе	I800	0,60	0,70
То же на легком растворе объемной массой I400 кг/м³	I700	0,55	0,65
Кладка из силикатного кирпича на любом растворе	I900	0,65	0,75
Кладка из пористого кирпича объемной массой I300 кг/м³, а также из семищелевых керамических камней, облицовочных камней и дырчатого кирпича с 3I отверстием на тяжелом растворе	I400	0,45	0,55
Кладка из дырчатого кирпича со I05 отверстиями на тяжелом растворе	I300	0,40	0,45
То же с 60 отверстиями на тяжелом растворе	I300	0,45	0,50
Кладка из трепельного кирпича объемной массой I400 кг/м³ на тяжелом растворе	I200	0,40	0,45
Кладка из шлакового кирпича объемной массой I400 кг/м³ на тяжелом растворе	I500	0,55	0,60

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Металлы			
[Удельная теплоемкость 0,115 ккал/(кг·°С)]			
Сталь строительная	7830	50	50
Детали чугунные	7200	43	43
Алюминий	2600	I90	I90
Органические волокнистые теплоизоляционные материалы			
[Удельная теплоемкость 0,4 ккал/(кг·°С)]			
Соломит и плиты строительные	250	0,07	0,09
Камышит	350	0,08	0,I2
То же	250	0,06	0,08
Войлок строительный	I50	0,04	0,05
Пакля	I50	0,04	0,06
Плиты торфоизоляционные	250	0,05	0,065
Пластмассы и полимеры пористые			
[Удельная теплоемкость 0,35 ккал/(кг·°С)]			
Мипора	20	0,04	0,04
Пенопласт ПХВ	I90	0,05	0,05
Пенопласт ПСБ	70	0,04	0,04
Оглиропор	30	0,04	0,04

Материал	Средняя объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С) при условии эксплуатации ограждения	
		А	Б
Растворы строительные			
К штукатурке			
[удельная теплоемкость 0,20 ккал/(кг·°С)]			
Цементно-песчаный раствор или штукатурка из него	1800	0,65	0,80
Сложный раствор (песок, известь, цемент) или штукатурка из него	1700	0,60	0,75
Известково-песчаный раствор или штукатурка из него	1600	0,60	0,70
Штукатурка из известково-песчаного раствора по драни	1400	0,45	0,55
Цементно-шлаковый раствор	1400	0,45	0,55
То же	1200	0,45	0,55
Рулонные материалы			
[удельная теплоемкость 0,75 ккал/(кг·°С)]			
Линолеум	1800	0,33	0,33
То же	1600	0,28	0,28
-"-	1350	0,20	0,20
-"-	1100	0,16	0,16
Картон	*1000*	*0,18*	*0,20*
То же	700	0,13	0,15
Релин	1200	0,19	0,19
Рубероид, пергамин, толь	600	0,15	0,15

Примечание. Если объемная масса материалов отличается от приведенных, расчетные физические показатели для них определяются интерполяцией соответственно указанным объемным массам.

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ 4

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЭС I0

2.I. Тепловые потери ограждающими конструкциями I0

2.2. Тепловые потери на инфильтрацию воздуха I4

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ВЕНТИЛЯЦИЮ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА I9

3.I. Вентиляция I9

3.2. Кондиционирование воздуха 2I

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЮ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА 22

4.I. Отопление 22

4.2. Вентиляция 23

4.3. Кондиционирование воздуха 24

4.4. Нормативный расход тепла 26

4.5. Индивидуальные нормы расхода тепла 27

4.6. Общепроизводственные нормы расхода тепла на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха предприятия (ТЭС) 32

5. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ ГЛАВНОГО КОРПУСА ТЭС 34

Список использованной литературы 55

Приложение I. Масса I м^3 сухого воздуха (при нормальном атмосферном давлении) 56

Приложение 2. Нормы температурно-влажностных условий в рабочей зоне производственных помещений главного корпуса 57

Приложение 3. Нормы температурно-влажностных условий в рабочей зоне производственных помещений для холодного и переходного периодов года 58

Приложение 4. Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности 58

Приложение 5. Значения сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов 59

Приложение 6. Значения сопротивления теплопередаче стеновых ограждающих конструкций 60

Приложение 7. Значения сопротивления теплопередаче конструкций покрытий 69

Приложение 8. Значения коэффициентов теплопроводности строительных материалов 76

Список использованной литературы

I. СПРАВОЧНИК проектировщика. Отопление, водопровод, канализация. - М.: Стройиздат, 1975.

2. СПРАВОЧНИК по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. - М.: Стройиздат, 1982.

3. ОСНОВНЫЕ положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве.- М.: Атомиздат, 1980.

4. СНиП П-3-79 . Строительная техника. Нормы проектирования.

5. СНиП П-58-75. Электростанции тепловые. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1976.

6. СНиП П-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. - М.: Стройиздат, 1976.

7. НАЛАДКА и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие. - М.: Стройиздат, 1980.

8. ГОСТ 12.1.005-76. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

gost.e-ecolog.ru