ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

ГУП АКАДЕМИЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
им. К. Д. ПАМФИЛОВА

Одобрено:
Научно-техническим советом Центра энергоресурсосбережения Госстроя России

(протокол № 5 от 12.7. 2002г.

Утверждаю:
Директор Академии,
д.т.н., профессор
В.Ф.Пивоваров
2002 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСХОДОВ ТОПЛИВА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ НА ВЫРАБОТКУ ТЕПЛОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫМИ КОТЕЛЬНЫМИ КОММУНАЛЬНЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

(Издание 4-ое)

Москва 2002

gost.e-ecolog.ru

Методические указания содержат методики расчета расходов теплоты потребителями на отопление, на нагрев воды для горячего водоснабжения, вентиляцию; расхода теплоты на собственные нужды котельной; расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты источниками.

Приведены практические рекомендации и вспомогательные материалы для проведения расчетов и примеры расчетов.

Методические указания предназначены для использования инженерно-техническими работниками коммунальных теплоэнергетических предприятий при проведении расчетов по определению плановых расходов топлива, электроэнергии и воды при выработке теплоты и жилищно-коммунальных служб при определении планового теплопотребления жилищно-коммунальным сектором.

Настоящая редакция Методических указаний выпускается взамен " Методических указаний по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий" /М.,ОНТИ АКХ , 1994/

Методические указания разработаны отделом энергоэффективности ЖКХ АКХ им. К.Д.Памфилова.

Замечания и предложения по настоящим Методическим указаниям просьба направлять по адресу: 123371, Москва, Волоколамское шоссе, 116, АКХ им. К.Д.Памфилова, отдел энергоэффективности ЖКХ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания предназначены для использования работниками коммунальных теплоэнергетических предприятий при текущем планировании потребности в топливе, электроэнергии и воде для выработки теплоты.

1.2. Методические указания могут быть использованы жилищными предприятиями и муниципальными организациями для определения потребности в теплоте для нужд отопления, горячего водоснабжения и вентиляции для жилых и общественных зданий и разработки мероприятий по энергосбережению.

1.3. Нормативные расходы воды и теплоты следует рассматривать как максимально допустимые при нормальных условиях эксплуатации систем отопления и горячего водоснабжения. При превышении расходов воды и теплоты необходимо определить причины перерасхода и обеспечить мероприятия по его ликвидации за счет повышения уровня эксплуатации. Мероприятия, приводящие к снижению величин расхода воды и теплоты, ниже нормативных при обеспечении комфортных условий проживания жителей, относятся к разряду энергосбережения.

1.4 Учет количества реализованной теплоты должен производиться приборами в точке учета на границе раздела тепловых сетей. Потери теплоты тепловыми сетями относятся на счет стороны, на балансе которой находятся тепловые сети. Потери теплоты теплопроводами, проложенными в подвале зданий, следует относить на счет потребителей пропорционально нагрузкам зданий, подключенным к теплопроводам.

1.5. Перед проведением расчетов потребности в теплоте должна быть проведена оценка достоверности исходной информации: проектных тепловых нагрузок при централизованном теплоснабжении, объемов зданий, количества жителей, обеспеченных централизованным горячим водоснабжением, диаметров и протяженности трубопроводов тепловых сетей, находящихся на балансе потребителя и пр.

1.6. Настоящие Методические указания выпускаются взамен " Методических указаний по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий" разработанных и изданных ГУП АКХ им. К. Д. Памфилова в 1994 г.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ТЕПЛОТЫ

Количество потребляемой теплоты , ГДж(Гкал) определяется по формуле:

$$Q_{пот} = \sum_{i-1}^{n} Q_{пот i} \quad , \qquad (2.1)$$

где $Q_{пот i}$ – количество теплоты, потребляемое *i*– м потребителем;

n – количество потребителей.

Потребляемая теплота складывается из количеств теплоты, требуемой на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, ГДж(Гкал):

$$Q_{пот i} = Q_{от} + Q_{v} + Q_{h} \, . \qquad (2.2)$$

где $Q_{от}$ – количество теплоты, требуемое для отопления, ГДж(Гкал);

Q_{v} – количество теплоты , требуемое для вентиляции, ГДж(Гкал);

Q_{h} – количество теплоты, требуемое для нужд горячего водоснабжения, ГДж(Гкал).

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ НА ОТОПЛЕНИЕ

2.1.1. Количество теплоты, ГДж (Гкал) за расчетный период (месяц, квартал, год) в общем случае определяется по формуле:

$$Q_{o} = 3{,}6 Q_{o\max} \frac{t_i - t_m}{t_i - t_o} Z_o 24 \qquad (2.3)$$

$$\left[Q_{o} = Q_{o\max} \frac{t_i - t_m}{t_i - t_o} Z_o 24 \right] \qquad (2.3а)$$

где $Q_{o\max}$ – максимальный тепловой поток (тепловая нагрузка) на отопление, МВт (Гкал/ ч) ;

t_i – средняя расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, принимается: для жилых зданий 18 °С для районов с расчетной температурой наружного воздуха выше – 31°С, 20°С для районов с расчетной температурой наружного воздуха ниже – 31°С [1], для новых зданий, имеющих повышенные теплозащитные характеристики t_i принимается соответственно 20 и 22 °С; для гражданских зданий в зависимости от назначения здания по табл.1 Прил. 1;

t_m – средняя температура наружного воздуха за расчетный период, °С, принимается для планирования по СНиП 23-01-99 [2], фактическая – по данным местной метеостанции;

t_o – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С, принимается по СНиП 23-01-99[2] или по СНиП 2.01.01-82 [3] (в зависимости от

года постройки) для наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 или по данным местной метеостанции;

Z_o – продолжительность работы системы отопления за расчетный период, сут., принимается для планирования по СНиП 23-01-99 (период со средней суточной температурой наружного воздуха ≤ +8 °С), фактическая – по фактической продолжительности работы системы отопления ;

24 – продолжительность работы системы отопления в сутки, ч;

3,6 – переводной коэффициент.

2.1.2. Максимальный тепловой поток на отопление здания $Q_{o\max}$ должен приниматься в расчетах в соответствии с проектной документацией на данное здание.

Для здания, построенного по типовому проекту, при отсутствии конкретного проекта для оценки максимального теплового потока на отопление, МВт (Гкал/ч), может быть произведена корректировка по типовому проекту по формуле:

$$Q_{o\max} = Q^m_{o\max}(t_i - t_o)/(t^m_i - t^m_o), \qquad (2.4)$$

где значения $Q^m_{o\max}$, t^m_i, t^m_o соответствуют данным типового проекта.

Формула (2.4) справедлива при отклонении расчетных температур от принятых в типовом проекте в пределах 5 °С. При больших отклонениях расчетное значение максимального теплового потока должно быть согласовано с разработчиками проекта.

2.1.3. При отсутствии проектных данных максимальный тепловой поток $Q_{o\max}$, МВт [Гкал/ч], может быть определен по формуле укрупненных расчетов:

$$Q_{o\max} = aq_o V_н(t_i - t_o)k_{инф} \cdot 10^{-6}, \qquad (2.5)$$

2.1.4. Количество теплоты Q_o, ГДж (Гкал), при укрупненном расчете может определяться по формуле:

$$Q_o = 3{,}6aq_o V_н(t_i - t_m)k_{инф}24Z_o \cdot 10^{-6} \quad ; \qquad (2.6)$$

$$[Q_o = aq_o V_н(t_i - t_m)k_{инф}24Z_o \cdot 10^{-6}] \quad , \qquad (2.6а)$$

в формулах (2.5) и (2.6):

a – *поправочный коэффициент, учитывающий район строительства здания,* принимается по табл. 2 Прил. 1;

q_o – удельная отопительная характеристика здания при t_o = –30°С, Вт/(м^3.°С) [ккал/(м^3.ч. °С)], принимается: для жилых зданий по таблицам 3÷5, для общественных зданий по табл. 6, для производственных зданий по табл. 7 Прил. 1.;

$V_н$ – объем здания по наружному обмеру *выше отметки ±0,000 (надземная часть)*, м^3;

$k_{инф}$ – повышающий коэффициент для учета потерь теплоты теплопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях, принимается в соответствии со СНиП 2.04.05-91* [4], равным 1,05;

t_o – средняя температура наружного воздуха за расчетный период, °С.

Потери теплоты трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях, Вт [ккал/(ч.м)], могут быть определены расчетом по соотношению:

$$Q_{тп} = \sum_{i=1}^{n} q_i l_i \ , \qquad (2.7)$$

где q_i – тепловой поток от i –го трубопровода, **Вт/м (ккал/ч.м), принимается** по табл. 8 Прил. 1 ;

l_i – протяженность участка i –го трубопровода, *м*;

n – количество участков.

2.1.5. Величина удельной отопительной характеристики q_o при укрупненных расчетах может быть увеличена:

для зданий облегченного (барачного) типа и сборно-щитовых домов до 15%;

для каменных зданий в первый сезон отопления, законченных строительством в мае-июне, – 12; в июне-августе – 20; в сентябре – до 25%; в течение отопительного сезона – до 30%;

для зданий, расположенных на возвышенностях, у рек, озер, на берегу моря, на открытой местности, в городской застройке, не защищенной от сильных ветров, при их средней скорости от 3 до 5 м/с – до 10%; от 5 до 10 м / с – до 20%; более 10 м /с – до 30 %; средняя скорость ветра за отопительный период принимается по СНиП 23-01-99[2] или по данным местной метеостанции..

2.1.6. Наружный строительный объем (надземный) для зданий с чердачными перекрытиями определяется умножением площади горизонтального сечения, взятого по наружному обводу здания на уровне первого этажа выше цоколя, на полную высоту здания, измеренную от уровня чистого пола первого этажа до верхней плоскости теплоизоляционного слоя чердачного покрытия; при плоских, совмещенных крышах – до средней отметки верха крыши.

При измерении наружного строительного объема не учитываются *выступающие архитектурные детали и конструктивные элементы, портики*, террасы, балконы, объемы проездов и пространства под зданием на опорах (в чистоте), а также проветриваемые подполья под зданиями, проектируемые для строительства на вечномерзлых грунтах [1].

2.1.7. Количество теплоты на отопление здания части здания или отдельного помещения , *кДж (ккал)*, в общем случае определяется по формуле:

$$Q_{от} = Q_{тр} + Q_{inf} - (Q_{быт} + Q_{ins})\varphi \ , \qquad (2.8)$$

где $Q_{тр}$ – *расход теплоты на возмещение трансмиссионных потерь теплоты*, кДж(ккал);

Q_{inf} – расход теплоты на подогрев инфильтрующегося воздуха в помещения, кДж(ккал);

$Q_{быт}$ – внутренние бытовые тепловыделения от технологического оборудования, людей и пр., кДж (ккал);

Q_{ins} – теплопоступления через остекленные проемы за счет инсоляции, кДж (ккал).

φ – коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать теплоту, принимается равным 0,8.

Расход теплоты на возмещение трансмиссионных потерь ограждающими конструкциями и на нагрев инфильтрующегося воздуха (через остекленные поверхности, двери , неплотности и т.д.) зависит от температуры наружного воздуха, бытовые и инсоляционные теплопоступления – не зависят.

2.1.8. Значение удельной отопительной характеристики q_o, Вт/(м^3.°С) [ккал/(м^3.ч. °С)], для части здания или отдельного помещения (занимаемого арендаторами) может быть рассчитано в соответствии с характеристиками ограждающих конструкций рассматриваемого здания по формуле :

$$q_o = \frac{K_m A_c^{sum}}{V_н} \quad ; \tag{2.9}$$

$$K_m = K_{пр} + K_{inf} \ , \tag{2.10}$$

в формулах (2.9) и (2.10) :

K_m – общий приведенный коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, Вт/(м^2.°С)[ккал/(ч.м^2.°С)];

$K_{пр}$, – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, Вт/(м^2.°С)[ккал/(ч.м^2.°С)];

K_{inf} – приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций, Вт/(м^2.°С)[ккал/(ч.м^2.°С)];

A_c^{sum} – общая площадь ограждающих конструкций, м^2;

$V_н$ – объем помещений по наружному обмеру, м^3.

2.1.9. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи $K_{пр}$, Вт/(м^2.°С) [ккал/(ч. м^2.°С)], определяется по формуле:

$$K_{пр} = (\sum_{i=1}^{n} A_i / R_i) / \sum_{i=1}^{n} A_i \quad , \tag{2.11}$$

где A_i – площадь элементов ограждающих зданий: стен (за вычетом остекленных площадей), пола,окон, дверей и др., м^2;

R_i – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания, (м^2.°С) / Вт [ч.м^2.°С) / ккал].

Приведенное сопротивление теплопередаче R_i, (м^2.°С)/Вт [(ч.м^2.°С)/ккал], определяется по формуле:

$$R_i = \frac{1}{a_B} + R_k + \frac{1}{a_н} \quad , \tag{2.12}$$

где $a_B, a_н$ – коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающих конструкций, Вт/(м^2.°С) [ккал/(ч.м2.оС)], принимаются по табл.10 Прил. 1[5];

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м^2.°С)/ Вт [(ч.м^2.°С)/ ккал].

$$R_k = \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad , \tag{2.13}$$

где δ_i – толщина однородного слоя, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м.°С) [ккал/(ч.м.°С)], принимается по приложению 3* СНиП II-3-79** [5] или по справочным данным;

n – количество однородных последовательно расположенных слоев ограждающей конструкции.

При определении R_k слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

2.1.10. Приведенная воздухопроницаемость, g_m^{inf}, кг/(м^2.ч), определяется по формуле:

$$g_m^{inf} = \frac{\frac{A_w \Delta P}{R_a^w} + \frac{A_F \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o}\right)^{2/3}}{R_a^F} + \frac{A_w \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o}\right)^{2/3}}{R_a^w} + \frac{A_d \Delta P^{1/2}}{R_a^d}}{A_e^{sum}}, \qquad (2.14.)$$

где A_w, A_F, A_d – площадь ограждающих конструкций соответственно стен (за вычетом окон, дверей), остекленных проемов, дверей, м^2;

R_a^w, R_a^F, R_a^d – сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций соответственно стен (за вычетом окон, дверей), остекленных проемов, дверей, (м^2.ч.Па) /кг, принимается по СНиП II-3-79* [5];

ΔP – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций на рассматриваемом этаже, Па, определяется по формуле (2.15);

A_e^{sum} – суммарная площадь ограждающих конструкций, м^2.

ΔP_o = 10 Па

$$\Delta P = 0.55 H(\gamma_н - \gamma_в) + 0.03\gamma_н w^2, \qquad (2.15)$$

где: H – высота этажа, м;

$\gamma_н, \gamma_в$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3;

w – средняя скорость ветра за отопительный период, м/с, принимается по [2] или по данным местной метеостанции.

2.1.11. Определение приведенного инфильтрационного (условного) коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций K_{inf}, Вт/(м^2.°С) [ккал/(ч.м^2.°С)], производится по формуле:

$$K_{inf} = 0{,}28 g_m^{inf} c k \quad ; \qquad (2.16)$$

$$\left[K_{inf} = g_m^{inf} c k\right] \quad , \qquad (2.16а)$$

где: g_m^{inf} – приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(ч.м^2);

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг.°С)[0,24 ккал/ (кг°С)];

k – коэффициент влияния встречного теплового потока в конструкциях, принимаемый равным 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1 для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

2.1.12. Внутренние бытовые тепловыделения $Q_{общ}$, Вт (ккал/ч), определяются:

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} q_i F_i, \qquad (2.17)$$

где q_i – тепловой поток, Вт (ккал/ч), регулярно поступающий от приборов, оборудования, людей и др. источников на 1 м^2 площади, определяется расчетом; для жилых зданий принимается не менее 10 Вт/м^2 [8.6 ккал/м^2] общей площади [4];
F_i – площадь, м^2;
n – количество участков с тепловыделениями.

При искусственном освещении и наличии электрического оборудования тепловыделения $Q_э$, Вт(ккал/ч), определяются:

$$Q_э = \sum_{i=1}^{m} k_i N_i \quad ; \qquad (2.18)$$

$$\left[Q_э = 0.86 \sum_{i=1}^{m} k_i N_i \right], \qquad (2.18а)$$

где k_i – коэффициент, учитывающий фактическое использование мощности (k =0,7-0,9), загрузку (k =0,5-0,7) и одновременность работы (k = 0,5-1,0) нескольких приборов или оборудования и долю перехода электрической энергии в тепловую, которая поступает в помещение (от 0,15 до 0,95 по технологии); при светильниках в помещении k_i =1, при светильниках, встроенных в перекрытия помещения, k_i = 0,4;
N_i – электрическая мощность прибора или оборудования, Вт;
m – количество тепловыделяющих единиц.

Теплопотери на нагревание материалов, транспортных средств массой G_m, кг, в течение заданного времени определяются по соотношению:

$$Q_m = G_m c (t_i - t_m) B, \qquad (2.19)$$

где c – удельная массовая теплоемкость материала, Дж/(кг.°С) [ккал/(кг.°С)];
t_i – температура внутреннего воздуха, °С;
t_m – температура поступившего материала, транспортного средства, °С;
B – поправочный коэффициент, выражающий среднее уменьшение полной разности температуры во всем объеме материала за интервал времени с начала нагревания в помещении, принимается по табл. 11 Прил. 1.

Теплопоступления от нагретых материалов и изделий, а также от горячих газов, поступающих в помещение, определяются по формуле (2.17), подставляя разность температур (t_m - t_i).

2.1.13. Теплопоступления от солнечной радиации Q_s, Вт [ккал/ч], определяются по формуле:

$$Q_s = \psi_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \psi_s k_s A_s I_{hor} \qquad (2.20)$$

где ψ_F, k_F – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаются по табл.12 Прил. 1 ;

$A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$ – площадь световых проемов фасадов соответственно ориентированных по четырем направлениям, м^2;

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальную поверхность световых проемов, соответственно ориентированных по четырем фасадам здания, (Вт.ч)/м^2[ккал/ м^2], принимается по [2] или данным метеостанции как сумма величин по месяцам за отопительный период;

I_{hor} – средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на горизонтальную поверхность, Вт.ч/м^2 [ккал/м^2], принимается как сумма величин по месяцам за отопительный период. [2].

Теплопоступления от солнечной радиации при расчете мощности отопительных установок включают в тепловой баланс в исключительных случаях (в районах с преобладанием зимой солнечной погоды) для помещений со световыми проемами, обращенными на юг. Преимущественно эти теплопоступления учитываются при эксплуатации систем отопления с целью экономии теплоты.

2.1.14. Удельная тепловая характеристика гражданского здания q_o, Вт/(м^3.°С) [ккал/(м^3.ч. °С)], может быть ориентировочно найдена по формуле[6]:

$$q_o = 1{,}16\frac{(1+2d)/A + S}{V_H} \quad ; \tag{2.21}$$

$$\left[q_o = \frac{(1+2d)/A + S}{V_o}\right], \tag{2.21а}$$

где d - доля остекления стен;

A и S - площадь соответственно наружных стен и здания в плане,м^3.

2.1.15. Максимальный тепловой поток на отопление помещений $Q_{o\,max}$, *Вт(ккал/ч)*, может быть также определен по установленной мощности отопительных приборов. в том числе и для случая, когда тип и количество установленных отопительных приборов в ряде помещений жилого здания (например, арендуемых) отличаются от предусмотренных в проекте отопительной системы жилого дома, по формуле:

$$Q_{o\,max} = 1{,}15\sum_{i=1}^{n} Q_{pi} + 0{,}9\sum_{j=1}^{m} q_j l_j) \quad , \tag{2.22}$$

где Q_{pi} – тепловой поток, поступающий от отопительных приборов, Вт[ккал/ч];

q_j - потери теплоты j-м трубопроводом (стояком или подводкой к отопительным приборам) отопления, Вт/м [ккал/(ч.м)], принимаются по табл. 13 Прил. 1[6];

l_j – длина j-го трубопровода (стояка), м;

n – количество отопительных приборов;

m – количество трубопроводов отопления;

1,15 – коэффициент, учитывающий тепловыделения трубопроводами и отопительными приборами, расположенными в местах общего пользования (вестибюли, лестничные клетки, подвалы, чердаки).

Максимальный тепловой поток от отопительных приборов $Q^{p}_{o\max}$, Вт [ккал/ч], определяется по формуле:

$$Q^{p}_{o\max} = K_p F_p \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_i \right), \qquad (2.23)$$

где K_p – коэффициент теплопередачи отопительного прибора, Вт/(м^2.°С) [ккал/(м^2.ч.°С)];

F_p – площадь поверхности нагрева прибора, м^2;

t_1 , t_2 , t_i – соответственно расчетные температуры воды на входе и выходе из отопительного прибора и воздуха внутри помещения, °С.

Коэффициент теплопередачи отопительного прибора K_p, принимается по паспортным данным приборов, а при отсутствии данных по табл. 14 Прил. 1 или по справочным данным.

2.1.16. Расход теплоты для помещений, отличающихся по высоте от остальных помещений здания, определяется пропорционально занимаемому объему в здании.

2.1.17. Для зданий, в которых необходимо поддерживать температуру внутреннего воздуха t_i выше или ниже 18 °С (если не менялись теплозащитные характеристики ограждающих конструкций, а поверхность отопительных приборов приведена в соответствие с требуемой температурой внутреннего воздуха), расход теплоты может быть скорректирован по соотношению:

$$\chi = \frac{t_i - t_н}{18 - t_н} \quad , \qquad (2.24)$$

2.1.18. При замене в части помещений системы отопления на электрическое с изъятием отопительных приборов водяного отопления и части стояков, проходящих в этих помещениях, максимальный тепловой поток на отопление здания уменьшается на величину, соответствующую данной части помещений. При этом может произойти разрегулировка системы отопления, поэтому необходима наладка оставшейся части системы.

2.1.19. Потребность в теплоте на технологические нужды сельскохозяйственных объектов, обслуживаемых теплоэнергетическим предприятием, определяется в соответствии с утвержденными нормами расхода теплоты в сельскохозяйственном производстве, представляемых потребителем.

Количество теплоты, расходуемой на технологические нужды теплиц и оранжерей, ГДж (Гкал), определяется по формуле [7]:

$$Q_{сх} = \sum_{i=1}^{n} Q_{схi} \ , \qquad (2.25)$$

где $Q_{схi}$ – количество теплоты на i –е технологические операции, ГДж (Гкал);

n – количество технологических операций.

$$Q_{схi} = 1{,}05(Q_T + Q_в) + Q_{вен} + Q_{проп} \ , \qquad (2.26)$$

где $Q_T, Q_в, Q_{вен}, Q_{проп}$ – соответственно потери теплоты через ограждения, при воздухообмене, для подогрева поливочной воды и для пропарки почвы, ГДж (Гкал);

1,05 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на обогрев бытовых помещений.

Потери теплоты через ограждения, ГДж (Гкал):

$$Q_T = 3{,}6K(t_в - t_н)Z24 \cdot 10^{-6} \quad ; \tag{2.27}$$

$$\left[Q_T = K(t_в - t_н)Z24 \cdot 10^{-6}\right] \quad , \tag{2.27а}$$

где F – площадь поверхности ограждения, м^2;

K – коэффициент теплопередачи, принимается для одинарного остекления 6,4 Вт/(м^2.°С) [5,5 ккал/(м^2.ч.°С)], для одинарного пленочного ограждения 8,1 Вт/(м^2.°С) [7,0 ккал/(м^2.ч.°С)] ;

$t_в$, $t_н$ – средняя за отопительный период соответственно технологическая температура воздуха в оранжерее и наружного воздуха, °С;

Z – продолжительность отопительного периода, сут.

Потери теплоты за счет воздухообмена в отопительный период, ГДж (Гкал): для оранжерей со стеклянным покрытием

$$Q_в = 95{,}46F_{инв}S(t_в - t_н)Z \cdot 10^{-6} \quad ; \tag{2.28}$$

$$\left[Q_в = 22{,}8F_{инв}S(t_в - t_н)Z \cdot 10^{-6}\right] \quad , \tag{2.28а}$$

для оранжерей с пленочным покрытием

$$Q_п = 47{,}73F_{инв}S(t_в - t_н)Z \cdot 10^{-6} \quad ; \tag{2.29}$$

$$\left[Q_п = 11{,}4F_{инв}S(t_в - t_н)Z \cdot 10^{-6}\right] \quad , \tag{2.29а}$$

где: $F_{инв}$ – *инвентарная площадь оранжереи*, м^2;

S – коэффициент объема, равный $V/F_{инв}$, м, характеризует высоту сооружения, лежит в пределах 0,24 – 0,5 для малогабаритных сооружений и достигает 3 м и более для ангарных теплиц.

Количество теплоты на подогрев поливочной воды, ГДж(Гкал), определяется по соотношению:

$$Q_{под} = 0{,}0268F_{пол} \quad ; \tag{2.30}$$

$$[Q_{под} = 0{,}0064F_{пол}] \quad , \tag{2.30а}$$

где $F_{пол}$ – полезная площадь оранжереи, м^2.

Количество теплоты, требуемое для пропарки почвы, ГДж(Гкал), определяется по соотношению:

$$Q_{проп} = 0{,}0138F_{пол} \quad ; \tag{2.31}$$

$$\left[Q_{проп} = 0{,}0033F_{пол}\right] \quad , \tag{2.31а}$$

2.1.20. Примеры расчетов

Пример 1. Определить годовое количество тепла на отопление жилого 5-этажного кирпичного здания объемом 22400 м^3 (в т.ч. подвал 2000 м^3) постройки 1950 года, расположенного в г. Вологде.

Основные климатические данные: расчетная температура наружного воздуха (наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92) –31°С; средняя температура наружного воздуха за отопительный период (период с температурой ниже 8°С) –4,8°С; продолжительность отопительного сезона 228 сут. Усредненная температура внутреннего воздуха здания равна 20°С.

1. Находим наружный объем надземной части отапливаемого здания $V_н$:

$$V_н = 22400 - 2000 = 20400 \text{ м}^3$$

2. По табл. 3 Прил.1 находим табличное значение удельной отопительной характеристики q_o для здания объемом 20400 м^3, равное 0,326 Вт/(м^3.°С) [0,28 ккал /(ч.м^3.°С)]; по табл.2. находим значение поправочного коэффициента a, равное 0,99. Коэффициент потерь тепла подводящими трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях, $k_{тп}$ принимаем равным 1,05.

3. Определяем для рассматриваемого здания годовое количество тепла по формуле (2.6):

$$Q_o = 3,6 \text{ x}0,99 \text{ x}20400 \text{ x}0,326[20-(-4,8)] \text{ 24x228x}1,05 =$$
$$3377322485,5 \text{ кДж} = 3377,3 \text{ ГДж (806,6 Гкал)}$$

Пример 2. Определить максимальный тепловой поток на отопление для магазина, занимающего часть первого этажа 9-этажного жилого здания, расположенного в г. Москве. Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года $t_н$ = -26°С ; температура внутреннего воздуха помещений для магазина $t_в$ = 15°С.

Магазин расположен на первом этаже кирпичного, облицованного керамическим кирпичом жилого дома. Дом оборудован всеми видами благоустройства.

Помещение магазина имеет прямоугольную форму. Высота этажа 3,35 м. Глубина подземной части 2,8 м. Стены дома кирпичные толщиной 73 см, включая облицовочный керамический кирпич. С внутренней стороны стены оштукатурены сложным раствором, толщина слоя 2 см. Окна двойные, раздельные в деревянных переплетах, имеют уплотнительные прокладки. Пол первого этажа расположен над подвалом, утеплен. Входные двери оборудованы тамбурами.

Со стороны главного фасада магазина имеется витрина с двойным остеклением. Воздушная прослойка составляет 55 см, замкнута за счет уплотнения стекол, укладки внизу витрины теплой прокладки.

Площади конструкции	Размер площади, м^2
Отапливаемая (площадь пола)	573,8
Стен за вычетом окон, дверей и витрины	286,7
Окон	49
Дверей	18,8
Витрины	107
Общая площадь	1035,3 м^2

Объем помещения магазина по наружному обмеру с высотой пола первого жилого этажа составил: V = 2660,7 м^3

Наружная стена имеет следующий состав

№ слоя	Состав конструкции	δ, м	γ, кг/м^3	λ, Вт/м^2°С	S, Вт/м^2°С	R, Вт/м^2°С	$R_п$, м2.ч.Па/кг
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Штукатурка	0.03	1800	0.93	10.09		746
2	Кирпич пустотный керамический	0,19	1200	0,52	6.62		2
3	Кирпич керамический пустотный	0.51	1400	0,64	7.01	1.35	2
Перекрытие над подвалом							
4	Железобетон	0.24	2500	2.04	17.98		47088
5	Минераловат-ные плиты	0.10	100	0.07	0.73	1.68	8
6	Плиты ДВП	0.01	200	0.08	1.81		3.3

1. Определяем сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле (2.10) с использованием данных по СНиП II-А. 7-71 "Строительная теплотехника":

стен

$$R_{.} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.19}{0.52} + \frac{0.51}{0.64} + \frac{0.03}{0.93} + \frac{1}{23} = 1.35 \text{ м}^2\text{.оС/Вт;}$$

перекрытия

$$R_{п} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.24}{2.04} + \frac{0.1}{0.07} + \frac{0.01}{0.08} + \frac{1}{23} = 1.83 \text{ м}^2\text{.оС/Вт;}$$

окон – двойные переплеты раздельные

$$R_{о} = 0,44 \text{ м}^2\text{.ч.°С/ккал} = 0,38 \text{ м}^2\text{.оС/Вт;}$$

дверей – по СНиП II-А. 7-7 и СНиП II-3-79**

$$R_{д} = 0,6 R_{\text{тройстен}} = 0.81 \text{ м}^2\text{.оС/Вт;}$$

витрины – по СНиП II-3-79**

$$R_o = \frac{1}{8,7} + R_o^{\text{[illegible]}} + R_o^{\text{[illegible]}} + R_o^{\text{[illegible]}} + \frac{1}{23} =$$

$$= 0,11 + 0,18 + 0,15 + 0,18 + 0,04 = 0,66 \text{ м}^2\text{.оС/Вт};$$

2. Определяем приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности ограждающих конструкций $K_{пр}$,Вт/м^2.°С:

$$K_{пр} = \frac{\frac{286,7}{1,35} + \frac{49}{0,38} + \frac{18,8}{0,7} + \frac{107}{0,66} + \frac{573}{1,83}}{1035,3} = 0,81 \text{ Вт/м}^2\text{ °С}.$$

3. Определяем разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций по формуле (2.15)

$$\Delta P = 0,55x3,35\,(14,25-12,0) + 0,03x14,25x4,9^2 = 14,4 \text{ Па}.$$
$$\Delta P_o = 10 \text{ Па}.$$

Находим значения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций по СНиП II-39-79*

стен

$$R_u^{\text{ст}} = 373+2+2+746 = 1123 \text{ м}^2\text{.ч.Па/кг};$$

окон

$$R_u^{\text{ок}} = 0,38 \text{ м}^2\text{.ч.Па/кг};$$

витрины по приложению 10 СНиП II-3-79*

$$R_u^{\text{в}} = 1 \text{ м}^2\text{.ч.Па/кг};$$

дверей

$$R_u^{\text{д}} = \frac{98x50}{50} + \frac{2x20}{50} = 98,8 \text{ м}^2\text{.ч.Па/кг}.$$

4. Определяем приведенную воздухопроницаемость, $g_u^{пр}$.кг/м^2.ч. по формуле (2.14):

$$g_u^{пр} = \frac{\frac{286,7x14,4}{1123} + \frac{49x1,275}{0,38} + \frac{107x1,275}{1,0} + \frac{18,8x3,79}{98,8}}{1035,3} =$$

$$= (3,7+164,4+136,4+0,72)\,/1035,3 = 0,295 \text{ кг/м}^2\text{.ч}$$

5. Определяем удельный расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха q_{inf} по формуле(2.16):

$$q_{inf} = 0,28 \text{ x } 0,295 \text{ x } 1,0x1,0 = 0,083 \text{ Вт/ м}^2\text{.°С}$$

6. Определяем величину удельной отопительной характеристики помещения по формуле (2.9) с учетом формулы (2.10):

$$q_o = \frac{(0{,}81 + 0{,}083)x1035{,}3}{2660{,}7} = 0{,}347 \text{ Вт/ м}^3.^\circ\text{C}$$

7. Определяем максимальный тепловой поток по формуле (2.5):

$$Q_{omax} = 2660.7x0.347\,(15+26)1{,}05 = 39746{,}5 \text{ Вт } (34175{,}8 \text{ ккал/ч})$$

Пример 3.Определить годовой расход теплоты на отопление для встроенного магазина на первом этаже жилого здания.

Климатологические данные для расчета: расчетная температура наружного воздуха для отопления $t_o = -26^\circ$C, средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон $t_m = -3{,}4^\circ$C, длительность отопительного периода Z_o =199 сут.

Встроенные помещения первого этажа обслуживаются самостоятельной системой отопления. которая подключена непосредственно к узлу управления параллельно системе отопления жилой части здания.

Температурный график подачи тепла в систему отопления первого этажа 105-70°С. В магазине установлены конвекторы "Комфорт" (d_y =20 мм) длиной 1300 мм – 4 шт., 1200 мм –1 шт., 1100 мм – 1 шт., 1000 мм –2 шт. с общей поверхностью нагрева F_p =35,855 м^2. Общая протяженность горизонтальных труб диаметром 20 мм l_1 = 48 м.

Определяем температурный напор отопительных приборов:

$$\Delta t_p = \frac{t_r - t_o}{2} - t_i = \frac{105 + 70}{2} - 15 = 72{,}5 \,^\circ\text{C}$$

1.Находим значение коэффициент теплопередачи отопительных приборов по табл.14 Прил. 1.

$$K_p = 6.5 \text{ Вт/(м}^2.^\circ\text{C)}$$

2.Определяем максимальный тепловой поток от отопительных приборов по формуле (2.23):

$$Q_{on} = 6.5x35.855x72.5 = 16896.7 \text{ Вт } (14528.5 \text{ ккал/ч}).$$

3.Определяем максимальный тепловой поток от неизолированных трубопроводов по табл.11 Прил. 1:

$$Q_{omp} = 0.9\,(128x24 + 68x24) = 4233.6 \text{ Вт } (3640.3 \text{ ккал/ч})$$

4.Полный максимальный тепловой поток на отопление:

$$Q_{o\,max} = 16896.7 + 4233.6 = 21130.3 \text{ Вт } (18168.8 \text{ ккал/ч})$$

5. Определяем годовое количество теплоты на отопление магазина по формуле (2.3):

$$Q_o = 3{,}6x21130.3\,\frac{15-(-3.4)}{15-(-26)}24\,x199 = 163044610.7 \text{ кДж} = 163.04 \text{ ГДж } (38.94 \text{ Гкал})$$

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ НА ВЕНТИЛЯЦИЮ

2.2.1. Потребность в теплоте на вентиляцию для зданий рассчитывается при наличии в них систем вентиляции с механическим побуждением. Расчеты следует производить в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91*[4].

2.2.2. Для жилых и общественных зданий с естественным воздухообменом количество тепла на нагрев воздуха учитывается при проектировании систем отопления. Кратность воздухообмена при естественной вентиляции для жилых и некоторых общественных зданий приведена в табл. 16÷18 Прил. 1.

2.2.3. При наличии проекта вентиляции здания и соответствии установленного оборудования проекту максимальный тепловой поток на вентиляцию принимается по проектным данным.

При наличии типового проекта вентиляции для здания, построенного по типовому проекту пересчет расхода тепла для конкретного здания, Вт[ккал/ч], производится по формуле:

$$Q_{ov} = Q_{ov}^{m}(t_i - t_o)/(t_i^{m} - t_o^{m}), \qquad (2.32)$$

где Q_{ov}^{m} – проектный максимальный тепловой поток на вентиляцию по типовому проекту, Вт [ккал/ч];

t_i, t_i^{m} – средняя температура внутреннего воздуха вентилируемых помещений здания, °С, соответственно для конкретного здания и по типовому проекту;

t_o, t_o^{m} – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С, соответственно для конкретного здания и по типовому проекту.

2.2.4. При отсутствии проекта вентилируемого здания расчетный расход теплоты на вентиляцию, Вт [ккал/ч], определятся по формуле для укрупненных расчетов:

$$Q_{ov} = V_{н} q_{v}(t_i - t_o). \qquad (2.33)$$

где $V_{н}$ – объем здания по наружному обмеру, м^3;

q_{v} - удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м3.оС) [ккал/(ч.м3.оС)], принимается по расчету; при отсутствии данных по табл.6 для общественных зданий и по табл.7 – для предприятий (Прил. 1).

2.2.5. Продолжительность работы системы вентиляции в течение суток принимается в зависимости от назначения и режима работы учреждений и организаций, но не более от общего числа часов их работы в сутки.

При отсутствии данных продолжительность работы вентиляции в гостиницах принимается равной 16 ч.

2.2.6. Если в одном здании находятся помещения различного назначения, отличающиеся между собой удельной вентиляционной характеристикой, то расчетный расход теплоты на вентиляцию определяется раздельно для каждой части здания и суммируется.

2.2.7. Количество теплоты, кДж [ккал], требуемое для вентиляции здания за расчетный период определяется по формуле:

$$Q_v = 3{,}6 Q_{ov} \frac{t_i - t_m}{t_i - t_o} n_v Z_v \ ; \qquad (2.34)$$

$$\left[Q_v = Q_{ov} \frac{t_i - t_m}{t_i - t_o} n_v Z_v \right], \qquad 2.34а)$$

где t_m – средняя температура наружного воздуха за расчетный период, °С;

n_v – усредненное число часов работы системы вентиляции в течение сут.

Z_v – продолжительность работы системы вентиляции за расчетный период.

При укрупненных расчетах количество тепла за расчетный период, кДж [ккал], можно определить по соотношению:

$$Q_v = 3{,}6 V_H q_v (t_i - t_m) n_v Z_v \ ; \qquad (2.35)$$

$$\left[\ Q_v = V_H q_v (t_i - t_m) n_v Z_v \ \right], \qquad (2.35а)$$

2.2.8. В общем случае при общеобменной вентиляции расчет воздухообмена в помещении определяется из условий разбавления воздуха помещений, содержащих повышенную концентрацию вредностей, до допустимых концентраций, регламентированных нормами СНиП 2.04.05-91* или соответствующими санитарно-гигиеническими нормами.

При выделении избыточной теплоты в помещении требуемый расход воздуха G_v, кг/ч, определяется по формуле:

$$L_v = \frac{3{,}6 Q_{изб}}{c(t_{ух} - t_{пр})} \ ; \qquad (2.36)$$

$$\left[L_v = \frac{Q_{изб}}{c(t_{ух} - t_{пр})} \right], \qquad (2.36а)$$

где $Q_{изб}$ – избыточный тепловой поток в помещении, Вт [ккал/ч];

$t_{ух}$ – температура воздуха, уходящего из помещения, °С;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °С.

c – удельная теплоемкость воздуха, принимается равной 1 кДж/(кг.оС) [0,24 ккал/кг.°С)].

Температура уходящего из помещения воздуха определяется по формуле:

$$t_{ух} = t_{рз} + K_t (H - 2), \qquad (2.37)$$

где $t_{рз}$ – температура воздуха в рабочей зоне, °С, принимается на 3-5 °С выше температуры наружного воздуха;

K_t – коэффициент нарастания температуры воздуха по высоте помещения, принимается 1–1,5 в зависимости от высоты помещения и уровня тепловыделений;

H – вертикальное расстояние от пола до центра вытяжных фрамуг, м;

2 – высота рабочей зоны, м.

При выделении избыточного количества газов в помещении требуемый расход воздуха L_v, кг/ч, определяется по формуле:

$$L_v = G_z / (x_1 - x_2) \,, \tag{2.38}$$

где G_z – количество газов, выделяющихся в помещении, мг/ч;
x_1 – допустимая концентрация газов, мг/м^3;
x_2 – концентрация газов в наружном воздухе, мг/м^3.

При выделении избыточной влаги в помещении требуемый расход воздуха L_v, кг/ч, определяется по формуле:

$$L_v = G_в / (d_2 - d_1) \,, \tag{2.39}$$

где $G_в$ – количество водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;
d_2 – влагосодержание воздуха, уходящего из помещения, г/кг, сухого воздуха;
d_1 – влагосодержание наружного воздуха, г/кг, сухого воздуха.

При выделении пыли в помещении требуемый расход воздуха L_v, кг/ч, определяется по формуле:

$$L_v = G_п / (s_2 - s_1) \,, \tag{2.40}$$

где $G_п$ – количество пыли, выделяющейся в помещении, мг/ч;
s_2 – допустимая концентрация пыли, мг/м^3;
s_1 – концентрация пыли в наружном воздухе, мг/м^3.

Максимальный тепловой поток $Q_{ов}$, Вт [ккал/ч], требуемый для нагревания удаляемого воздуха с вредностями из помещения, определяется по формуле:

$$Q_{ов} = 0{,}28 L_v c_v (t_1 - t_н) \,; \tag{2.41}$$

$$\left[Q_{ов} = L_v c_v (t_1 - t_о) \right] \,, \tag{2.41а}$$

где L_v,- масса нагреваемого воздуха, кг/ч, принимается по расчету;
c_v – удельная теплоемкость воздуха, принимается равной 1кДж/(кг.°С) [0,24 ккал/(кг.°С)];
$t_в$,$t_о$ – температура соответственно внутреннего и наружного воздуха для расчета отопления ,°С; при наличии калориферов соответственно температура на выходе и входе в калорифер.

2.2.9. Максимальный тепловой поток (тепловая мощность) тепловой завесы, Вт(ккал/ч), определяется по формуле:

$$Q_{оз} = L_з c_з (t_з - t_о) \,, \tag{2.42}$$

где $L_з$ – количество воздуха, подаваемого завесой (при отсутствии в помещении механического притока и вытяжки или их балансе), кг/ч;
$c_з$ – удельная теплоемкость воздуха при средней температуре воздуха, выходящего из тепловой завесы, принимается равной 1,21 кДж/(м^3.°С)[0,29 ккал/(м^3.°С)];
$t_з$ – температура воздуха, подаваемого тепловой завесой,°С;
$t_о$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления,°С, принимается по [2].

Количество воздуха, подаваемого завесой $L_з$, кг/с:[8]:

$$L_з = 1{,}42 q \mu_{пр} F_{пр} \sqrt{\Delta p \rho_{см}} \ , \qquad (2.43)$$

где: $q = L_з / L_{пр}$ – отношение расхода воздуха, подаваемое завесой, к расходу воздуха, проходящего через проем; для завес с горизонтальной подачей воздуха принимается равным 0,6-0,7;

$\mu_{пр}$ – коэффициент расхода, для завес с горизонтальной подачей принимается равным 0,25-0,3:

$F_{пр}$ – площадь открываемого проема, м^2;

Δp – разность давлений воздуха снаружи и внутри помещения на уровне проема, оборудованного завесой, Па;

$\rho_{см}$ – плотность смеси воздуха завесы и наружного воздуха, кг/м^3, при температуре смеси, принимается по табл.19 Прил. 1.

Расчетная разность давлений воздуха определяется по соотношению:

$$\Delta p = 0{,}5 h_{пр} (\rho_н - \rho_в) g \ , \qquad (2.44)$$

где $h_{пр}$ – высота проема, м;

$\rho_н$, $\rho_в$ – плотность соответственно наружного воздуха и воздуха помещения, кг/м^3, принимается по табл.19 Прил. 1.

g – ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с^2.

Температура воздуха $t_з$, подаваемого завесой в дверной проем, не должна превышать 50 °С у наружных дверей и 70°С у ворот предприятий и технологических проемов , и определяется по формуле:

$$t_з = \frac{t_{см} - t_н}{\bar{q} \cdot \left(1 - \frac{Q'}{Q_{пот}}\right)} + t_н \ , \qquad (2.45)$$

где $t_{см}$ – температура смеси воздуха, проходящего через открытый проем, принимается равной температуре внутреннего воздуха помещения; для вестибюля, лестничной клетки жилого здания принимается +16 °С [1];

$t_н$ – расчетная температура наружного воздуха, оС;

$Q' / Q_{пот}$ –отношение количества теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности завесы, принимается по табл.20 Прил. 1.

Скорость выпуска воздуха из щелей или отверстий тепловых завес не должна превышать 8 м/с у наружных дверей и 25 м/с у ворот и технологических проемов [4].

2.2.10. Количество теплоты $Q_з$, кДж [ккал], требуемое для расчетного периода работы тепловой завесы определяется по формуле:

$$Q_з = 3{,}6 Q_{оз} \frac{t_в - t}{t_в - t_н} n, Z, \ ; \qquad (2.46)$$

$$\left[\ Q_з = Q_{оз} \frac{t_в - t}{t_в - t_н} n, Z, \ \right] \ . \qquad (2.46а)$$

где $t_н$ – средняя температура наружного воздуха за расчетный период, °С;

n – число часов работы тепловой завесы в сутки;
Z_1 – продолжительность работы тепловой завесы в расчетном периоде, *сутки*.

2.2.11. Расход теплоносителя из тепловой сети на вентиляцию G_v, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_v = \frac{3{,}6Q_{ov}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)} \quad ; \tag{2.47}$$

$$\left[G_v = \frac{Q_{ov}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \right], \tag{2.47а}$$

где Q_{ov} – расчетный часовой расход теплоты на вентиляцию, Вт (ккал/ч);
τ_1, τ_2 – расчетная температура теплоносителя по температурному графику отпуска теплоты соответственно в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, °С;
с – удельная теплоемкость воды, принимается 4,187 кДж/(кг.°С) [1 ккал/(кг.°С)].

2.2.12. Примеры расчетов.

Пример 1.Определить годовое количество теплоты, требуемое на вентиляцию кинотеатра, расположенного в отдельно стоящем здании объемом 8000 м^3. Проектные данные отсутствуют.

Расчетная температура наружного воздуха равна –25°С, средняя температура наружного воздуха за отопительный период равна –3,4 °С, продолжительность отопительного периода 182 суток. Продолжительность работы системы вентиляции в сутки 16 часов.

Расчет ведем по укрупненным данным по формуле (2.33)

1. Определяем величину удельной вентиляционной характеристики по табл.6 Прил.1 : q_v= 0,454 Вт/(м^3.°С)

Находим среднюю температуру внутреннего воздуха для кинотеатра по табл. 1 Прил. 1 равную 14 °С.

2.Определяем максимальный тепловой поток на вентиляцию по формуле (2.33):

$$Q_{ov} = 3{,}6 \times 8000 \times 0{,}454[14-(-25)] = 141648 \text{ Вт (121795,4 ккал/ч)}$$

3.Определяем годовое количество теплоты , требуемое на вентиляцию по формуле (2.34):

$$Q_v = 3{,}6 \times 141648 \frac{14-(-3{,}4)}{14-(-25)} \times 16 \times 182 \times 10^{-6} = 700{,}6 \text{ ГДж (167,3 Гкал)}$$

Пример 2. Определить максимальный тепловой поток для удаления углекислоты из зала на 1000 чел. Температура воздуха в зале 20 °С. Расчетная температура наружного воздуха для отопления –25 °С.

Начальное содержание углекислоты в воздухе составляет x_2=0,5л/м^3.

Выделение углекислоты одним человеком в состоянии покоя составляет v_1 =23 л/ч.

Допустимое предельное содержание углекислоты в помещении x_1 = 1,5 л/м^3.

1.Определяем количество выделяемого углекислого газа G_z:

$$G_z = 23 \times 1000 = 23000 \text{ л/ч},$$

2.Определяем требуемый объем удаляемого воздуха:

$$G_v = \frac{23000}{1,5-0,5} = 23000 \text{ м}^3/\text{ч},$$

3. Определяем максимальный тепловой поток **для вентиляции по формуле** (2.41):

$$Q_{ov} = 0,28 \text{x} 23000 \text{x} 1,0[20-(-25)] = 289800 \text{ Вт } (249183,1 \text{ ккал/ч})$$

2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ НА ПОДОГРЕВ ВОДЫ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.3.1. Качество холодной и горячей воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82* "Вода питьевая".

2.3.2. Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать в соответствии со СНиП 2.04.01-85*[9]:

не ниже 60°С – для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;

не ниже 50°С – для систем горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения;

не выше 75°С – для всех систем, указанных в первых двух подпунктах;

не выше 37°С – для умывальников и душей в помещениях детских дошкольных учреждений.

2.3.3. Для потребителей, которым необходима горячая вода с температурой выше указанной в п.3.2., следует для догрева воды предусматривать местные водонагреватели.

2.3.4. Расход горячей воды в средние сутки потребителями в здании G_{hm}, м^3/сут., в отопительный период при расчете потребления тепла системой горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$G_{hm} = 10^{-3} \sum_{i=1}^{n} g_{uhi}^{h} m_i , \qquad (2.48)$$

где g_i – расход воды (норма) i –м потребителем, л /сут, принимается по табл.21 Прил. 1;

m_i – количество однотипных потребителей;

n – количество групп однотипных потребителей.

При ограничении подачи горячей воды в жилые и общественные здания производится корректировка расхода воды по табл.22 Прил. 1.

2.3.5. Если температура подаваемой к водоразборным кранам воды отличается от нормированной, то действительный расход горячей воды G_{hm}^{ϕ} будет соответствовать соотношению:

$$G_{hm}^{\phi} = \frac{G_{hm}(t_h - t_c)}{(t_h^{\phi} - t_c)}, \qquad (2.49)$$

где t_h^{ϕ} – фактическая средняя температура горячей воды, °С.

При отклонении величины давления в системе горячего водоснабжения P^{ϕ} от требуемого P фактический расход горячей воды определяется по формуле:

$$G_{hm}^{\phi} = G_{hm} \cdot \sqrt{P^{\phi} / P} \ , \qquad (2.50)$$

2.3.6. Расход теплоты на горячее водоснабжение в общем случае определяется по формуле:

$$Q_h = Q_h^{\prime} + Q_h^{\prime\prime} + Q_{mn} \ . \qquad (2.51)$$

где $Q_h^{\prime}$ – расход теплоты на подогрев воды в отопительный период, ГДж(Гкал);

$Q_h^{\prime\prime}$ – расход теплоты на подогрев воды в неотопительный период, ГДж(Гкал);

Q_{mn} – потери тепла системой горячего водоснабжения, ГДж(Гкал).

$$Q_h^{\prime} = 3{,}6 g_{um}^{h} mc\rho(t_h - t_c^{\prime})Z_1 \cdot 10^{-6} + Q_{mn}^{\prime} \ ; \qquad (2.52)$$

$$\left[Q_h^{\prime} = g_{um}^{h} mc\rho(t_h - t_c^{\prime})Z_1 \cdot 10^{-6} + Q_{mn}^{\prime}\right] ; \qquad (2.52a)$$

$$Q_h^{\prime\prime} = 3{,}6 g_{um}^{h} mc\rho\beta(t_h - t_c^{\prime})Z_1 \cdot 10^{-6} + Q_{mn}^{\prime} ; \qquad (2.53)$$

$$\left[Q_h^{\prime} = g_{um}^{h} mc\rho\beta(t_h - t_c^{\prime})Z_1 \cdot 10^{-6} + Q_{mn}^{\prime}\right] : \qquad (2.53a)$$

$$Q_h = 3{,}6 g_{um}^{h} mc\rho[(t_h - t_c^{\prime})Z_2 + \beta(t_h - t_c^{\prime})Z_1] \cdot 10^{-6} + Q_{mn} ; \qquad (2.54)$$

$$\left[Q_h = g_{um}^{h} m\rho[(t_h - t_c^{\prime})Z_2 + \beta(t_h - t_c^{\prime})Z_1] \cdot 10^{-6} + Q_{mn}\right] ; \qquad (2.54.a)$$

в формулах (2.52)–(2.54):

g_{um}^{h} – норма расхода горячей воды на горячее водоснабжение на единицу измерения для потребителя, принимается для жилых зданий по табл. 21 Прил.1 (СНиП 2.04.01-85*) или по утвержденным местными органами власти, л (сут.чел.);

m– количество единиц измерения, отнесенное к суткам или сменам (число жителей, учащихся в учебных заведениях, мест в больнице и т.п.);

t_h – средняя температура горячей воды принимается для закрытой системы теплоснабжения равной 55 , для открытой – 65°С, при этом норма расхода горячей воды принимается с коэффициентом 0,85 [9] ;

c – удельная теплоемкость горячей воды, принимается 4.187 кДж/(кг.°С) [1 ккал/(кг.°С)]

ρ – плотность горячей воды, принимается равной 1 кг/л;

$t_c^{\prime}$ – температура холодной (водопроводной) воды в отопительном периоде, принимается при отсутствии данных 5°С ;

$t_c^{\prime\prime}$ – температура холодной (водопроводной) воды в неотопительном периоде, принимается при отсутствии данных 15°С ;

Z_1, Z_2 – продолжительность работы системы горячего водоснабжения соответственно в отопительном и неотопительном периодах, сут.

β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период по отношению к отопительному периоду, принимаемый при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора равным 0,8 (для курортов β=1,2-1,5), для предприятий – 1 [10].

Фактическое число обслуженных посетителей в банях определяется на основании данных бухгалтерского учета по числу реализованных за отчетный период разовых билетов на пользование всеми отделениями и номерами бань. Количество платных посетителей, пропущенных номерами, определяется по вместимости номеров, оплаченных посетителями, независимо от фактического числа мывшихся. В этот показатель включается также количество посетителей по установленным льготным тарифам для воинских частей при командном посещении. Дети до 7 лет в число посетителей не включаются [11].

Расчет числа условных блюд, приготовляемых и реализуемых в предпрятиях общественного питания, определяется по формуле [12]:

$$m = \sum_{i=1}^{n} m_i \varphi_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} m_i \quad , \tag{2.55}$$

где m_i – количество i –х блюд;

φ_i – переводной коэффициент к норме расхода горячей воды на условное блюдо, принимается для : холодной закуски – 0,4; первого блюда – 1; второго блюда – 0,66; третьего блюда – 0,14;

n – общее количество блюд.

2.3.7. Для конкретного случая потери тепла системой горячего водоснабжения, кДж (ккал), могут быть определены расчетом по формулам:

$$Q_{год} = 3{,}6\left(\sum_{i=1}^{k} q_{li} l_i\right) Z_h n \quad ; \tag{2.56}$$

$$\left[Q_{год} = \left(\sum_{i=1}^{k} q_{li} l_i\right) Z_h n \right] \quad , \tag{2.56а}$$

где q_{li} – удельный тепловой поток от i –го трубопровода (стояка, циркуляционного трубопровода), Вт/ м (ккал/ч. м), принимается по табл.23 Прил.1;

l_i – протяженность i –го трубопровода, м;

Z_h – продолжительность работы системы горячего водоснабжения в расчетном периоде, сут.;

n – продолжительность пользования горячей водой в сутки, ч;

k – количество участков трубопроводов.

$$q_l = \frac{t_h - t_i}{\frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_{из}}{d} + \frac{1}{a_н \pi d_{из}}} \quad , \tag{2.57}$$

где t_i – температура окружающей среды, °С, принимается при прокладке трубопроводов: в бороздах, вертикальных каналах, коммуникационных шахтах сантехнических кабин 23; в ванных комнатах 25; в кухнях и туалетных комнатах жилых домов, общежитий и гостиниц 21; на лестничных площадках 16; в каналах подземной прокладки 5 в тоннелях 40; в подвалах 5; на чердаках 9 ;

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху, принимается равным 6 Вт/(м^2.°С)[7 ккал/(ч.м^2.°С)];

d – наружный диаметр трубопровода, м;

$d_{из}$ – диаметр трубы с изоляцией, м, $d_{из} = d + 2\delta_{из}$;

$\delta_{из}$ – толщина изоляции, м;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, принимается для минераловатной изоляции 0,06 Вт/(м.°С)[0,05 ккал/(ч.м.°С)], для других видов изоляции по паспортным или справочным данным.

Удельные потери изолированными трубопроводами могут быть приняты по табл.23, неизолированными – по табл. 13 Прил. 1.

При отсутствии конкретных данных потери тепла системой горячего водоснабжения могут быть оценены коэффициентом $k_{тп}$. Тогда формулы (2.55) – (2.57) принимают вид:

$$Q_h^з = 3{,}6 g_{um}^h mc\rho(t_h - t_c^з)Z_з(1 + K_{mn})\cdot 10^{-6} ; \qquad (2.58)$$

$$Q_h^л = g_{um}^h mc\rho\beta(t_h - t_c^л)Z_л(1 + K_{mn})\cdot 10^{-6} ; \qquad (2.59)$$

$$Q_h = g_{um}^h mc\rho[(t_h - t_c^з)Z_з + \beta(t_h - t_c^л)Z_л](1 + K_{mn})\cdot 10^{-6} , \qquad (2.60)$$

где: K_{mn} – коэффициент, учитывающий тепловые потери системой горячего водоснабжения (стояками, подающими и циркуляционными трубопроводами, полотенцесушителями и пр.), принимаемому по табл.24 Прил. 1 в зависимости от степени благоустройства.

2.3.8. Средний часовой расход теплоты, Вт(ккал/ч), на подогрев воды для нужд горячего водоснабжения определяется:

в отопительный период

$$Q_{hm}^з = g_{um}^h mc\rho(t_h - t_c^з)(1 + K_{mn})\cdot 10^{-6} / 24 . \qquad (2.61)$$

в неотопительный период

$$Q_{hm}^л = g_{um}^h mc\rho\beta(t_h - t_c^л)(1 + K_{mn})\cdot 10^{-6} / 24 , \qquad (2.62)$$

среднегодовой

$$Q_{hm} = \frac{g_{um}^h mc\rho[(t_h - t_c^з)Z_з + \beta(t_h - t_c^л)Z_л](1 + K_{mn})\cdot 10^{-6}}{(Z_з + Z_л)24} , \qquad (2.63)$$

2.3.9. При известной величине максимального расхода воды на горячее водоснабжение G_{hmax} средний расход горячей воды может быть определен по соотношению:

$$G_{hm} = G_{h\max} / k_r , \qquad (2.64)$$

где: k_r – коэффициент часовой неравномерности водопотребления, принимается по табл.25 Прил.1 [8].

Для систем горячего водоснабжения, обслуживающих одновременно жилые и общественные здания, коэффициент часовой неравномерности следует принимать по сумме численности жителей и условной численности жителей $U_{усл}$, в общественных зданиях, определяемой по формуле:

$$U_{усл} = 0{,}25 G_{hm}^{общ} \quad , \tag{2.65}$$

где: $G_{hm}^{общ}$ – средний расход воды на горячее водоснабжение за отопительный период, кг/ч, для общественных зданий, определяемый по СНиП 2.04.01-85*.

При отсутствии данных о назначении общественных зданий при определении коэффициента часовой неравномерности условно численность жителей допускается принимать с коэффициентом 1,2.

2.3.10. При отсутствии водоразбора требуемый расход циркуляционной горячей воды $G_ц$, м^3/ч, для наиболее удаленного от подогревателя узла системы горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$G_ц = \frac{Q_{тп} \cdot 10^{-3}}{c\Delta t} \quad , \tag{2.66}$$

где $Q_{тп}$ – потери теплоты всеми подающими трубопроводами расчетного узла системы горячего водоснабжения, Вт (ккал/ч);

Δt - разность температур горячей воды от разводящего трубопровода до дальней водоразборной точки стояка, принимается равным для зданий высотой до 4-х этажей 5, свыше 4-х этажей - 8,5 °С;

c – теплоемкость воды, принимается равной 4,187 кДж/(кг.°С)[1 ккал/(кг.°С)]

Общее остывание циркуляционной воды от подогревателя до дальней водоразборной точки не должно превышать 10 °С.

2.3.11. Расходы холодной и горячей воды водоразборной арматурой определяются методике, изложенной в СНиП 2.04.01-85* [9].

2.3.12. Количество теплоты, ГДж (Гкал), на производственные нужды бань и прачечных определяется по формуле [14]:

$$Q_{пр} = \sum_{i=1}^{n} Q_{пт} \quad , \tag{2.67}$$

где n – количество технологического оборудования, использующего теплоту;

$Q_{пт}$ – количество теплоты, используемое i-м оборудованием, ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_{пт} = qm \quad , \tag{2.68}$$

где: q – удельный расход теплоты на единицу технологического процесса, принимается :

на 1 помывку для печи-каменки 2302,9 кДж/чел. (550 ккал/чел)

на дезинфекцию белья в камерах: огневых 837,4 кДж/кг (200 ккал/кг), паровых 1507,3 кДж/кг (360 ккал/кг), пароформалиновых 1172,4 кДж/кг (280 ккал/кг);
m – количество единиц технологического процесса.

Количество теплоты, ГДж(Гкал), на производственное пароснабжение прачечных определяется по формуле:

$$Q_{пр} = 3{,}6 Q^{ср}_{0пр} \tau Z_{пр} \cdot 10^{-6} \; ; \qquad (2.69)$$

$$[\, Q_{пр} = Q^{ср}_{0пр} \tau Z_{пр} \cdot 10^{-6} \,] \quad , \qquad (2.69а)$$

где $Q^{ср}_{0пр}$ – среднечасовой расход теплоты на производственное пароснабжение, Вт(ккал/ч);
τ – среднее количество часов работы прачечной в сутки;
$Z_{пр}$ – продолжительность работы прачечной в планируемом периоде, сут..

Среднечасовой расход теплоты на производственное пароснабжение прачечных, Вт(ккал/ч), определяется по формуле:

$$Q^{ср}_{0пр} = 0{,}28 G_{п} I_{п} ; \qquad (2.70)$$

$$Q^{ср}_{0пр} = G_{п} I_{п} \quad , \qquad (2.70а)$$

где: $G_{п}$ - суммарный среднечасовой расход нормального пара на производственное пароснабжение, кг/ч;
$I_{п}$ – теплосодержание нормального пара, равное 2675,5 кДж/кг (639 ккал/кг).

Суммарный среднечасовой расход нормального пара, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{п} = \sum_{j=1}^{m} \left(\sum_{i=1}^{n} g_{ij} D_{ij} \right) \quad , \qquad (2.71)$$

где g_{ij} - удельный расход пара i –й машины j-го оборудования, кг н.п/ч;
D_{ij} – производительность i –й машины j-го типа, кг/ч;
n – количество однотипных машин;
m – количество типов машин.

Удельные расходы пара технологическим оборудованием принимаются по паспортным данным, а при их отсутствии по табл. 26 Прил. 1.

2.3.13. Примеры расчета.

Пример 1. Определить годовое количество тепла, требуемое для подогрева воды на горячее водоснабжение больницы на 450 мест. Продолжительность отопительного периода составляет 206 сут., продолжительность работы системы горячего водоснабжения в году –350 сут.

Больница оборудована ваннами и душами, общими для каждого отделения. Подача горячей воды осуществляется непрерывно в течение недели и круглосуточно. В здании смонтированы 12 неизолированных стояка с наружным диаметром труб 20 мм и длиной 23,5 м каждый. Подающий и циркуляционный трубопроводы с наружным диаметром труб соответственно 76 и 57 мм и длиной 26 м каждый расположены в подвале и изолированы минераловатной изоляцией

толщиной 10 мм. Средняя температура воды в подающих стояках и циркуляционном трубопроводе 55°С.

Температуру холодной водопроводной воды в расчете принимаем равной 5°С в отопительный и 15°С в неотопительный периоды.

1. По табл. 20 Прил.1 определяем норму горячей воды, равную 75 л на 1 больничную койку.

2. По формуле (2.54) находим годовой расход тепла на горячее водоснабжения без учета тепловых потерь трубопроводами системы:

$$Q_h = 75x450x4,187x[(55-5)x206 +1,0x(55-15)\ x(350 - 206)] =$$
$$= 226945867\ кДж = 2269,5\ ГДж\ (542\ Гкал)$$

3. Находим удельный тепловой поток q_l от неизолированных стояков по табл.13 Приложения 1 при перепаде температур $\Delta t = 55 - 20 = 35°С$:

$$q_l = 29\ Вт/м\ \ (24,9\ ккал/ч.м)$$

4. Находим тепловой поток (потери тепла) от стояков горячего водоснабжения в помещениях больницы:

$$q_{cm} = q_l . \Sigma l = 29x23,5x12 = 8195,4\ Вт\ (9020,1\ ккал/ч)$$

5. Находим удельный тепловой поток от подающих и циркуляционных трубопроводов, расположенных в подвале по формуле (2.57):
для подающего трубопровода:

$$q_l' = \frac{55 - 5}{\frac{1}{2x3,14x0,05} x \ln\frac{0,096}{0,076} + \frac{1}{6x3,14x0,096}} = 62,6\ Вт(53,8\ ккал/ч)$$

для циркуляционного трубопровода

$$q_l'' = \frac{55 - 5}{\frac{1}{2x3,14x0,05} x \ln\frac{0,077}{0,057} + \frac{1}{6x3,14x0,077}} = 30,4\ Вт\ (26,1\ ккал/ч)$$

6.Находим суммарный тепловой поток от трубопроводов, расположенных в подвале:

$$q_l = 62,6x26 + 30,4x26 = 2418\ Вт\ (2079,1\ ккал/ч)$$

7. Находим годовые тепловые потери стояками, подающими и циркуляционными трубопроводами :

$$Q_{mn} = 3,6x(8195,4+2418)x350x24x10^{-6} = 320,9\ ГДж\ (76,6\ Гкал)$$

8. Определяем годовую потребность в теплоте системы горячего водоснабжения :

$$Q_h = 2269 +320,9 = 2589,9\ ГДж\ (618,6\ Гкал)$$

2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

2.4.1. Расчетный расход сетевой воды определяется отдельно для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения с последующим их суммированием.

Расчетные расходы сетевой воды, т/ч, определяются по формулам[10]:

на отопление

$$G_{o\max} = 3{,}6Q_{o\max} \cdot 10^3 / C_e(\tau_1 - \tau_2); \quad (2.72)$$

$$[G_{o\max} = Q_{o\max} \cdot 10^3 / C_e(\tau_1 - \tau_2)], \quad (2.72a)$$

где τ_1, τ_2 – соответственно температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, °С.

Расчетный расход теплоносителя из тепловой сети в систему отопления при зависимой схеме может быть определен по соотношению:

$$G_o = G_{o\max} / (1 + u), \quad (2.73)$$

где u – расчетный коэффициент смешения, равный отношению расчетного расхода подмешиваемой воды к расчетному расходу сетевой воды, определяется по формуле:

$$u = (\tau_1 - t_1) / (t_1 - \tau_2'), \quad (2.74)$$

где τ_1, t_1, τ_2' – соответственно температура в подающем сетевом трубопроводе, температура горячей воды, подаваемой в систему отопления после смесительного узла, температура воды в обратном трубопроводе после системы отопления, °С.

При присоединении местных систем отопления и вентиляции по независимой схеме через теплообменник расчетная температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети после теплообменника принимается на 10°С выше расчетной температуры воды в обратном трубопроводе от систем отопления и вентиляции.

на вентиляцию

$$G_{v\max} = 3{,}6Q_{v\max} \cdot 10^3 / C_e(\tau_1 - \tau_2); \quad (2.75)$$

$$[G_{v\max} = Q_{v\max} \cdot 10^3 / C_e(\tau_1 - \tau_2)], \quad (2.75a)$$

на горячее водоснабжение (средний)

а) в открытых системах теплоснабжения:

$$G_{h\max} = 3{,}6Q_{h\max} \cdot 10^3 / C_e(t_h - t_c); \quad (2.76)$$

$$[G_{h\max} = Q_{h\max} \cdot 10^3 / C_e(t_h - t_c)], \quad (2.76a)$$

где t_h – температура горячей воды в системе горячего водоснабжения при непосредственном водоразборе, принимается равной 65°С [СНиП 2.04.01-85*];

t_c – температура холодной (водопроводной) воды, °С;

б) в закрытых системах теплоснабжения:
при одноступенчатой схеме

$$G_{hm} = \frac{3{,}6Q_{hm} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1' - \tau_3')} \quad ; \tag{2.77}$$

$$\left[G_{hm} = \frac{Q_{hm} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1' - \tau_3')} \right] , \tag{2.77a}$$

где τ_1', τ_3' – соответственно температура сетевой воды в подающем трубопроводе в точке излома графика температуры воды и после подогревателя горячего водоснабжения, рекомендуется принимать τ_3' =30°С[13];

при параллельной схеме присоединения водоподогревателей

$$G_{hm} = \frac{3{,}6Q_{hm} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1' - \tau_3')} ; \tag{2.78}$$

$$\left[G_{hm} = \frac{Q_{hm} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1' - \tau_3')} \right] . \tag{2.78a}$$

при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей

$$G_{hm} = \frac{3{,}6Q_{hmax} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1' - \tau_2')} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_c} + 0{,}2 \right) ; \tag{2.79}$$

$$\left[G_{hm} = \frac{Q_{hmax} \cdot 10^3}{C_e(\tau_1 - \tau_2)} \left(\frac{55 - t}{55 - t_c} + 0{,}2 \right) \right] . \tag{2.79a}$$

где: t' – температура воды после первой ступени подогрева при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей, °С.

2.4.2. Суммарные расчетные расходы сетевой воды, т/ч, в двухтрубных тепловых сетях в открытых и закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять по формуле [10]:

$$G = G_{o\,max} + G_{v\,max} + fG_{hm} , \tag{2.80}$$

Коэффициент f, учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления, следует принимать:

для открытой системы теплоснабжения	
при мощности 100 МВт и более	0,6
при мощности менее 100 МВт	0,8
для закрытой системы теплоснабжения при мощности	
100 МВт и более	1,0
менее 100 МВт при отсутствии баков – аккумуляторов	1,2
менее 100 МВт при наличии баков-аккумуляторов	1,0

При регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения коэффициент f принимается равным 0.

Для потребителей при соотношении $Q_{h\max} / Q_{o\max} > 1$ и отсутствии баков-аккумуляторов, а также с тепловым потоком 10МВт (8,6 Гкал/ч) и менее суммарный расчетный расход воды определяется по формуле:

$$G = G_{o\max} + G_{v\max} + G_{h\max}, \qquad (2.81)$$

2.4.3. Расчетный расход сетевой воды на отопление и вентиляцию, запроектированный на расчетную температуру наружного воздуха для отопления, т/ч, может быть определен с помощью удельных расходов воды по формуле:

$$G = gQ_{(o+v)\max}, \qquad (2.82)$$

где g – удельный расчетный расход воды, т/МВт [т/(Гкал/ч)], принимается по табл 15 Прил.1.

2.4.4. Максимальный расход горячей воды $G_{h\max}$, т/ч, для жилых районов может быть определен по формуле:

$$G_{h\max} = k_r \cdot G_{hm}, \qquad (2.83)$$

где: k_r – коэффициент часовой неравномерности, принимается по табл. 25 Прил. 1 в зависимости от количества потребителей.

При отсутствии данных о назначении общественных зданий допускается при определении коэффициента часовой неравномерности условно численность жителей принимать с коэффициентом 1,2.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ТЕПЛОТЫ

Общее количество вырабатываемой теплоты теплоисточником (котельной), ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_{выр} = Q_{отп} + Q_{сн} , \qquad (3.1)$$

где $Q_{отп}$ – количество теплоты, отпущенного в тепловую сеть от теплоисточника за рассматриваемый период, ГДж (Гкал);

$Q_{сн}$ – количество теплоты, расходуемое на собственные нужды теплоисточника, ГДж (Гкал), за тот же период.

Количество отпущенной теплоты, ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_{отп} = Q_{пот} + Q_{тп} \qquad (3.2)$$

где $Q_{пот}$ – количество потребленной теплоты в теплоиспользующих установках потребителей, ГДж (Гкал), определяется по разделу 2;

$Q_{тп}$ – количество теплоты, теряемое тепловыми сетями при транспортировании теплоносителя от источника до потребителей, ГДж (Гкал).

3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ КОТЕЛЬНЫХ

3.1.1. Общий расход теплоты на собственные нужды котельной определяется расчетным или опытным путем исходя из потребностей конкретного теплоисточника, как сумма расходов теплоты (пара) на отдельные элементы затрат:

потери теплоты на нагрев воды, удаляемой из котла с продувкой;

расход теплоты на подогрев мазута в железнодорожных цистернах, мазутохранилищах, расходных емкостях;

расход теплоты в паровых форсунках на распыление жидкого топлива;

расход теплоты на технологические процессы подготовки воды;

расход теплоты на отопление помещений котельной и вспомогательных зданий;

расход теплоты на бытовые нужды персонала;

прочие.

$$Q_{сн} = \sum_{i=1}^{n} Q_{сн i} , \qquad (3.3)$$

где $Q_{сн}$ – потери теплоты на i –й элемент собственных нужд, ГДж (Гкал);

n – количество элементов затрат на собственные нужды.

При расчетах собственные нужды котлов отнесены к статье нужд котельной, при этом принимается к.п.д. котла брутто.

Доля теплоты на собственные нужды котельной определяется по формуле:

$$K_{сн} = Q_{сн} / Q_{выр} , \qquad (3.4)$$

или

$$K_{ки} = 1 - Q_{отп} / Q_{выр}, \qquad (3.5)$$

3.1.2. Расход и количество теплоты, отпускаемой на отопление зданий котельной, мазутонасосной и других производственных зданий определяется в соответствии с разделом 2.

3.1.3. Расход теплоты на растопку паровых котлов, МВт (Гкал/ч), определяется по формуле:

$$Q_{орасп} = K_{расп} Q_{ок}, \qquad (3.6)$$

где $Q_{ок}$ – теплопроизводительность котла, МВт (Гкал/ч);

$K_{расп}$ – показатель потери теплоты, принимается равным 0,3 ч при простое котла до 12 ч (из горячего состояния) и 0.65 ч – при простое свыше 12 ч (из холодного состояния).

Потери теплоты при растопке водогрейных котлов принимаются равными 0,9 аккумулирующей способности обмуровки. В табл.1 Прил.2 приведены потери теплоты при растопке некоторыми типами водогрейных котлов.

Потери теплоты при растопке котла за расчетный период, ГДж (Гкал), определяются:

$$Q_{расп} = 3{,}6\sum_{i=1}^{n} K_{расп\,i} Q_{ок\,i}; \qquad (3.7)$$

$$\left[Q_{расп} = \sum_{i=1}^{n} K_{расп\,i} Q_{ок\,i} \right]. \qquad (3.7а)$$

где $K_{расп\,i}$ – показатель потерь теплоты для i-ой растопки;

n – количество растопок для котла в расчетном периоде.

Потери теплоты при растопке водогрейных котлов принимаются равными 0,9 аккумулирующей поверхности обмуровки. В табл. 1 Прил.2 приведены потери теплоты некоторыми типами котлов при растопке.

3.1.4. Потери теплоты на технологические нужды химводоочистки при отсутствии охладителя выпара (при наличии охладителя выпара в расчете используется первая часть формулы), ГДж (Гкал), определяются по формуле:

$$Q_{хво} = K_{хво} K_{ст} G_{хво} c_в (t'' - t') Z_{хво} \cdot 10^{-3} + 0{,}004 G_д (I_{вып} - I') Z_д \cdot 10^{-3}, \qquad (3.8)$$

где $K_{хво}$ – удельный расход воды на собственные нужды ХВО, т исходной воды на 1 т химически очищенной воды, принимается по табл.2 Прил. 3;

$K_{ст}$ – поправочный коэффициент, принимаемый 1 при наличии бака взрыхления и 1,2 при его отсутствии;

$G_{хво}$ – производительность ХВО, т/ч;

$C_в$ – теплоемкость воды, 4.187 кДж/(кг.°С)[1 ккал/ (кг.°С)];

t'', t' – соответственно температура сырой воды после водоподогревателя и исходной воды, °С;

$Z_{хво}$, Z_d – продолжительность работы соответственно ХВО и деаэратора в расчетном периоде, ч;

G_d – производительность деаэратора, т/ч;

$I_{вып}$, I' – энтальпия соответственно выпара из деаэратора и исходной воды, кДж/кг (ккал/кг).

3.1.5. Потери теплоты с продувочной водой, ГДж (Гкал) , зависят от периодичности и продолжительности продувки котла и определяются по формуле:

$$Q_{прод} = \sum_{i=1}^{n} K_{прод} Q_{ki} ; \qquad (3.9)$$

или

$$Q_{прод} = K_{прод} Q_{кот} \quad , \qquad (3.10)$$

в формулах (3.9) и (3.10):

Q_{ki}, $Q_{кот}$ – количество теплоты, ГДж (Гкал), выработанное за планируемый период соответственно котлом и котельной в целом;

n – количество котлов;

$K_{прод}$ – коэффициент продувки, определяется в зависимости от величины продувки:

Величина продувки P, %	Коэффициент продувки $K_{прод}$
непрерывная	0,01
5	0,0035
10	0,007
15	0,0105

Средневзвешенная величина продувки котлов по котельной, %, определяется за планируемый период по формуле:

$$P^{k}_{прод} = \sum_{i=1}^{n} Q_{ki} \cdot P_i / \sum_{i=1}^{n} Q_{ki} , \qquad (3.11)$$

где P_i – величина продувки i-го котла в планируемом периоде, %.

3.16. Потери теплоты баками различного назначения (декарбонизаторы, баки-аккумуляторы и пр.), ГДж (Гкал), определяются по формуле:

$$Q_{бак} = 3{,}6 \cdot 10^{-6} \sum_{i=1}^{n} q_{бi} K_1 F_{бi} Z_{бi} ; \qquad (3.12)$$

$$[Q_{бак} = 10^{-6} \sum_{i=1}^{n} q_{бi} K_1 F_{бi} Z_{бi}], \qquad (3.12а)$$

где $q_{бi}$ – норма плотности теплового потока через поверхность бака, Вт/м^2 (ккал/м^2), принимается по СНиП 2.04.14-88 [15];

$F_{бi}$ – поверхность бака, м^2;

$Z_{бi}$ – продолжительность работы бака в планируемом периоде, ч;

n – количество баков;

K_1 – пересчетный температурный коэффициент, определяется по соотношению:

$$K_1 = \frac{t_г - t_1}{t_г - 5}, \qquad (3.13)$$

где $t_г, t_1$ – соответственно температура горячей воды в баке и усредненная температура воздуха в помещении за планируемый период, °С.

Плотности теплового потока через изоляцию баков-аккумуляторов при температуре воды в баке 65 °С и температуре окружающего воздуха 5°С приведены в табл. 3 Прил. 2.

3.1.7. Количество теплоты, расходуемое на хозяйственно- бытовые нужды, ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_т = (a_ч n K_ч + am) C_в \rho_в (t_г - t_с) Z N \cdot 10^{-3}, \qquad (3.14)$$

где: $a_ч$ – норма расхода горячей воды на одну душевую сетку, принимается 0.27 м^3 /смену в соответствии с [9];

n – количество душевых сеток;

$K_ч$ – коэффициент использования душевых, определяется практическим путем, при отсутствии данных принимается 1;

a – норма расхода горячей воды на 1 человека в смену, при отсутствии данных принимается 0.0141 м^3/(чел./смену) в соответствии с [9];

m – число работающих человек в смену;

$C_в$ – теплоемкость воды, 4.187 кДж/(кг.°С)[1 ккал/(кг.°С)];

$\rho_в$ – плотность воды, 1000 кг/м^3

$t_г, t_с$ – соответственно температура горячей и исходной (водопроводной) воды, С;

Z – продолжительность планируемого периода, сут.;

N – количество смен.

3.1.8. Количество теплоты, требуемое для нужд мазутного хозяйства, ГДж (Гкал), определяется как сумма потерь теплоты для обогрева мазута в резервуарах, мазутопроводах, при сливе и паровом распыливании:

$$Q_м = Q_{сл} + Q_{хр} + Q_п + Q_м + Q_р, \qquad (3.15)$$

где $Q_{сл}$ – потери теплоты со сливом мазута ГДж(Гкал);

$Q_{хр}$ – потери теплоты при хранении мазута, ГДж(Гкал);

$Q_п$ – расход теплоты на подогрев мазута , ГДж(Гкал);

$Q_м$ – потери теплоты на обогрев мазутопроводов, ГДж(Гкал);

$Q_р$ – потери теплоты при распыливании мазута, ГДж(Гкал).

3.1.9. Удельное количество теплоты на разогрев мазута при сливе, кДж/т(ккал/т), определяется по соотношению:

$$q_{сл} = 1884.5(t_к - t_н)(1 + 10K_т Z_{сл} / \rho_м); \qquad (3.16)$$

$$[q_{сл} = 450(t_к - t_н)(1 + 10K_т Z_{сл} / \rho_м)], \qquad (3.16а)$$

где $t_ч$ – начальная температура мазута в цистерне, °С, при отсутствии данных принимается равной от 0 до –2 °С для южного пояса, от –7 до –10 °С – для

северного пояса, от –10 до – 15 °С – для Сибири (через 7 сут. после наполнения температура мазута в цистерне равна температуре наружного воздуха);

t_k – конечная температура подогрева мазута в цистерне, °С, принимается по табл. 4 Прил.2 в зависимости от марки мазута;

K_r – коэффициент охлаждения, принимается 1,55 для 60-тонной, 1,71 – для 50-тонной, 2,26 – для 25-тонной цистерны;

$Z_{сл}$ – фактическое время разогрева и слива из цистерны, ч, принимается по табл.5 Прил.2;

ρ_M – плотность мазута, т/м^3.

3.1.10. Удельные потери теплоты при хранении мазута, кДж/т(ккал/т), определяются по формуле:

$$q_{хр} = 2520FK(t_k - t_н)Z_{хр} / (\rho_м V) \ ; \qquad (3.17)$$

$$[q_{хр} = 602FK(t_k - t_н)Z_{хр} / (\rho_м V)] \ , \qquad (3.17а)$$

где F – поверхность охлаждения резервуара, м^2, принимают по паспортным или фактическим данным;

K – коэффициент теплопередачи стенок резервуара, Вт/(м^2.°С) [ккал/м^2.ч.°С], принимается 6.98 Вт/(м^2.°С)[6 ккал/(м^2.ч.°С)] для металлических неизолированных резервуаров, соответственно для изолированных 3,49(3) и 0,314(0,27) для подземных резервуаров;

$t_н$ – температура наружного воздуха, °С, принимается как средняя для заданного периода (для подземных 5°С) ;

$Z_{хр}$ – время хранения, ч;

V – емкость резервуара, м^3.

Расход пара на подогрев мазута в мазутоподогревателях или расходных емкостях приведен в табл.6 Прил. 2.

При отсутствии данных для расчета расход пара давлением 1-1,2 МПа и температурой 220-250°С на разогрев, слив и зачистку 10 железнодорожных систем емкостью 50 т принимается равным 7,65 т/ч (85-120 кг/т); расход пара на сливные лотки для 10 м двухпутной эстакады 0,1 т/ч, на промежуточные емкости объемом 200 м^3 –0.6 т/ч, 400м^3 –1,2 т/ч, 600 м^3 – 1,8 т/ч, 1000 м^3 –2 т/ч.

3.1.11. Расход теплоты на обогрев мазутопроводов, Вт(ккал/ч), определяется по формуле:

$$Q_{от} = ql\beta \ , \qquad (3.18)$$

где q – плотность теплового потока от мазутопровода в окружающую среду, Вт/м, принимают по нормам плотности теплового потока (СНиП 2.04.14-88*);

l – длина паропровода, обогревающего мазутопровод, м;

β – коэффициент, учитывающий потери теплоты опорами, арматурой, компенсаторами, принимается 1,15 для бесканальной прокладки, 1,2 – для прокладки на открытом воздухе, в непроходных каналах для стальных трубопроводов диаметром до 150 мм на подвижных опорах – 1,2, на подвесных опорах – 1,05.

Количество теплоты на обогрев мазутопровода, ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_m = 3{,}6 Q_{om} Z_m \cdot 10^{-6}; \quad (3.19)$$

$$[Q_m = Q_{om} Z_m \cdot 10^{-6}], \quad (3.19а)$$

где: Zm– продолжительность обогрева, ч.

3.1.12. Потери теплоты на паровое распыливание мазута, ГДж (Гкал), определяются по формуле:

$$Q_p = q_n B_m (I_n - I_{пв}) \cdot 10^{-3}, \quad (3.20)$$

где q_n – удельный расход пара на распыливание, кг/кг мазута, принимается равным 0,3 для напорных форсунок, 0,02-0.03 – для паромеханических форсунок;

B_m – количество распыляемого мазута, т;

$I_n, I_{пв}$ – энтальпия соответственно пара и питательной воды, КДж/кг (ккал/кг).

3.1.13. Количество теплоты, требуемое на обдувку поверхностей нагрева паровых котлов, ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_{обд} = K_{обд} \cdot 10^{-3} \sum_{i=1}^{n} G_i^{ср} (I_n - I_{пв}) Z_i, \quad (3.21)$$

где: $G_i^{ср}$ – средняя паропроизводительность i –го котла, т/ч;

$K_{обд}$ – коэффициент обдувки, принимаемый равным 0,003 при паропроизводительности котла 10 т/ч и выше и 0,002–0,003 – при паропроизводительности менее 10 т/ч;

Z_i – продолжительность работы котла, ч;

$I_n, I_{пв}$ – энтальпия соответственно пара и питательной воды, КДж/кг(ккал/кг);

n – количество котлов.

3.1.14. Количество теплоты, требуемое на обмывку котлов, ГДж (Гкал), определяется:

$$Q_{об} = 3{,}6 K_{обм} Q_{ок} Z_{обм}; \quad (3.22)$$

$$\left[Q_{об} = K_{обм} Q_{ок} Z_{обм}\right]. \quad (3.22а)$$

где $Q_{ок}$ – теплопроизводительность котла, МВт (Гкал/ч);

$K_{обм}$ – коэффициент обмывки, принимается 0,15 – 0,25;

$Z_{обм}$ – продолжительность обмывки в планируемом периоде, ч.

3.1.15. Прочие и неучтенные потери (опробование предохранительных клапанов, потери с утечками и парением, потери через изоляцию трубопроводов и пр.), ГДж (Гкал), принимаются равными:

для открытой системы теплоснабжения

$$Q_{пр} = 0{,}02Q_{выр}\ ; \qquad (3.23)$$

для закрытой системы теплоснабжения

$$Q_{пр} = 0{,}01Q_{выр}\ , \qquad (3.24.)$$

3.1.16. При отсутствии данных для определения расходов теплоты на собственные нужды используются нормативы расхода теплоты по элементам затрат, приведенные в табл. 7 Прил. 2.

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ, ТЕРЯЕМОЙ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

3.2.1. Количество теплоты, теряемое при транспортировании теплоносителя от теплоисточника до потребителя, ГДж(Гкал), определяется как сумма потерь с поверхности тепловой изоляции и с утечками теплоносителя:

$$Q_{тп} = Q_{пи} + Q_{ои} + Q_{у}\ , \qquad (3.25)$$

где $Q_{пи}, Q_{ои}$ – потери теплоты через изолированную поверхность соответственно подающего и обратного трубопроводов, ГДж (Гкал);

$Q_{у}$ – потери теплоты с утечками теплоносителя, ГДж (Гкал).

3.2.2. Потери теплоты через изолированную поверхность трубопроводов за планируемый период, ГДж(Гкал), определяют по формулам:

$$Q_{пи} + Q_{ои} = 3{,}6\beta\left(\sum_{i=1}^{n} q_{пi} l_{пi} + \sum_{i=1}^{m} q_{оi} l_{оi}\right) 24Z \cdot 10^{-6}; \qquad (3.26)$$

$$\left[Q_{тп} + Q_{оп} = \beta\left(\sum_{i=1}^{n} q_{пi} l_{пi} + \sum_{i=1}^{m} q_{оi} l_{оi}\right) 24Z \cdot 10^{-6}\right], \qquad (3.26а)$$

где $q_{пi}, q_{оi}$ – нормы плотности теплового потока через поверхность изоляции трубопроводов, Вт/м [ккал/(ч.м)] принимаются по табл. 8–11 Прил.2 в зависимости от вида прокладки теплопроводов и температуры теплоносителя;

$l_{пi}, l_{оi}$ – протяженность i –х участков трубопроводов соответственно подающего и обратного трубопроводов, м;

Z – продолжительность работы тепловых сетейв планируемом периоде, сут.;

n– количество участков тепловой сети;

β – коэффициент, учитывающий тепловой поток через изолированные опоры труб, фланцевые соединения и арматуру, принимается [15]:

Способ прокладки трубопроводов	**Коэффициент β**
На открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:	
для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом, м	
до 150	1,2
150 и более	1,15
для стальных трубопроводов на подвесных опорах	1,05
Бесканальный	1,15

При значениях средних температур грунта и теплоносителя за планируемый период, отличных от среднегодовых, принятых при расчете норм плотности теплового потока, производится пересчет по формулам:

для участков двухтрубной прокладки подземных трубопроводов

$$q_l = q_{нl} \cdot \frac{(t_n^{ср} + t_o^{ср} - 2t_{гр}^{ср})}{(t_n^{ср.г} + t_o^{ср.г} - 2 \cdot 5)} \quad , \tag{3.27}$$

где q_l – суммарная норма плотности теплового потока через изолированные поверхности подающего и обратного трубопроводов, Вт/м [(ккал/(ч.м)], для усредненных конкретных значений температур грунта и теплоносителя за планируемый период;

$q_{нl}$ – суммарная норма плотности теплового потока через изолированные поверхности подающего и обратного трубопроводов, Вт/м [(ккал/(ч.м)], для среднегодовых значений температуры грунта и теплоносителя, принятых при расчете норм, принимается по табл. 8. 9 Прил. 2;

$t_n^{ср}, t_o^{ср}$ – средние температуры теплоносителя за рассматриваемый период в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети,°С;

$t_n^{ср.г}, t_o^{ср.г}$ – среднегодовые температуры теплоносителя, при которых рассчитаны нормы плотности теплового потока ,°С;

$t_{гр}^{ср}$ – средняя температура грунта на глубине заложения трубопровода за рассматриваемый период,°С, принимается по данным местной метеостанции; для некоторых местностей температуры грунта приведены в табл. 12 Прил.2.;

5 – температура грунта, при которой рассчитаны нормы плотности теплового потока для подземных теплопроводов,°С;

для участков надземной прокладки
для подающего трубопровода

$$q_{nl} = q_{нnl} \frac{t_n^{ср} - t_{нв}^{ср}}{t_n^{ср.г} - 5} \quad , \tag{3.28}$$

для обратного трубопровода

$$q_{ol} = q_{нol} \frac{t_o^{ср} - t_{нв}^{ср}}{t_o^{ср.г} - 5} \quad , \tag{3.29}$$

в формулах (3.28) и (3.29):

$q_{нnl}, q_{нol}$ – соответственно нормы плотности теплового потока, Вт/м [ккал/(ч.м)], принимаются по табл.10 Прил. 2 для подающего и обратного трубопроводов при среднегодовых значениях температур теплоносителя и наружного воздуха, принятых при расчете норм;

q_{nl}, q_{ol} – соответственно нормы плотности теплового потока, Вт/м [ккал/(ч.м)], для конкретных значений усредненных за планируемый период температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах и температуры наружного

воздуха. Для новых тепловых сетей, спроектированных и построенных в соответствии со СНиП 2.04.14-88 , нормы плотности теплового потока должны приниматься по этому СНиПу;

t_{ne}^{cp} –средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый период, °С, принимается по данным местной метеостанции или по СНиП 23-01-99;

5 – температура наружного воздуха, при которой рассчитаны нормы плотности теплового потока для трубопроводов,°С.

3.2.3. Расход теплоты на потери с утечкой теплоносителя, Вт(ккал/ч), определяется с учетом потерь теплоты из тепловых сетей и систем теплопотребления.

$$Q_{ov} = 0.28 G_y C_e \left(\frac{t_n^{cp} + t_o^{cp}}{2} - t_c^{cp} \right); \qquad (3.30)$$

$$\left[Q_{ov} = G_y C_e \left(\frac{t_n^{cp} + t_o^{cp}}{2} - t_c^{cp} \right) \right], \qquad (3.30a)$$

где G_y – расход воды на подпитку, кг/ч;

C_e – теплоемкость воды, кДж/(кг.°С)[ккал/кг.°С];

$t_n^{cp}, t_o^{cp}, t_c^{cp}$ – соответственно средние за планируемый период температуры воды в подающем и обратном трубопроводах и холодной (исходной), °С. Температуры теплоносителя (воды) принимаются для теплопроводов тепловой сети и местных систем отопления в зависимости от графика отпуска теплоты соответственно в тепловую сеть и систему отопления.

3.2.4.Расход воды на подпитку тепловой сети в закрытой системе теплоснабжения с зависимым присоединением систем отопления к тепловым сетям, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_y = a V_{mc} \rho_{mc} + a \Sigma (V_{mci} \rho_{mci}), \qquad (3.31)$$

где a - нормативное значение утечки из тепловой сети и местных систем отопления, принимается для периода эксплуатации равным 0,0025 м^3/(ч.м^3);

V_{mc}, V_{mci} – объемы соответственно тепловой сети и присоединенных к тепловым сетям местных систем отопления потребителей, м^3, определяются в соответствии с разделом 6;

ρ_{mc}, ρ_{mc} – плотность воды соответственно при средней температуре воды в тепловых сетях и системах отопления $t_{cp} = (t_n^{cp} + t_o^{cp})/2$, кг/м^3.

Количество теплоты, теряемое с утечкой из трубопроводов тепловых сетей и местных систем отопления за планируемый период , ГДж (Гкал), определяется по формуле:

$$Q_y = 3{,}6 Q_{oy} Z_y \cdot 10^{-6}; \qquad (3.32)$$

$$\left[Q_y = Q_{oy} Z_y \cdot 10^{-6} \right], \qquad (3.32a)$$

где Z_y – продолжительность планируемого периода, ч.

3.2.5. Потери теплоты изолированными теплопроводами и арматурой, расположенными в помещениях котельных и ЦТП, принимаются как сумма нормативных потерь теплопроводами и арматурой в зависимости от диаметра трубопровода, средней температуры теплоносителя и продолжительности транспортирования теплоты в течение планируемого периода (год, квартал, месяц).

Потери теплоты трубопроводами, расположенными в помещениях, определяются по формуле (3.26), нормы плотности теплового потока для трубопроводов, расположенных в помещениях, принимаются по табл.11 Прил. 2.

Плотность теплового потока через поверхность изолированной арматуры, Вт(ккал/ч), принимается по табл. 13 Прил.2.

Для помещений со средней температурой, отличной от принятой в расчете норм плотности теплового потока 25°С, и средней температурой теплоносителя, отличной от принятой для расчета норм, производится корректировка норм *плотности теплового потока по соотношению*:

$$q'_{нал} = q_{нал} \frac{t'_m - t'_i}{t_m - t_i}, \qquad (3.33)$$

где $q_{нал}$ – нормы плотности теплового потока для трубопроводов с температурой теплоносителя 100°С при температуре воздуха в помещении 25°С;

t'_m, t'_i – соответственно усредненные температуры теплоносителя и воздуха в помещении за рассматриваемый период,°С;

t_m, t_i – соответственно температура теплоносителя, принятая при расчете норм 100°С , и температура воздуха в помещении, принятая 25°С.

Плотность теплового потока через неизолированную и частично изолированную арматуру определяется по фрмуле:

$$Q_{иа} = \sum_{i=1}^{n} (q_{нал} l_{ш}), \qquad (3.34)$$

где $q_{нал}$ – нормы плотности теплового потока, Вт/м(ккал/ч.м), принимаются по табл. 13 Прил. 2;

$l_{ш}$ – эквивалентная длина i –го элемента арматуры, м, принимается по табл.14 Прил. 2.

Потери теплоты неизолированными фланцевыми соединениями в помещении приведены в табл.15 Прил. 2.

Количество теплоты, теряемое арматурой за планируемый период , кДж(ккал), вычисляется по формуле:

$$Q_a = 3{,}6 \sum_{i=1}^{n} (Q_{иа} \frac{t_i - t^{ср}}{t_i - t_o} Z_{ш}); \qquad (3.35)$$

$$\left[Q_a = \sum_{i=1}^{n} (Q_{иа} \cdot \frac{t_i - t^{ср}}{t_i - t_o} Z_{ш}) \right], \qquad (3.35а)$$

где $t_i, t^{ср}, t_o$ – соответственно средняя температура внутреннего воздуха, наружного за планируемый период и расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления,°С;

Z_{ai} – продолжительность работы i-й арматуры в рассматриваемом периоде, ч;
n – количество арматуры.

3.2.6. Потери теплоты с поверхности тепловой изоляции паропроводов и конденсатопроводов определяются аналогично потерям водяными тепловыми сетями в соответствии с нормами плотности теплового потока для паропроводов и конденсатопроводов, приведенных в СНиП 2.04.14-88*.

3.2.7. Потери теплоты при замене участка тепловой сети бесканальной прокладки с традиционной тепловой изоляцией теплопроводом с современной теплоизоляционной конструкцией с пенополиуретановой теплоизоляцией определяются следующим образом.

Плотность теплового потока для бесканальной двухтрубной прокладки определяется по формулам:

для подающего трубопровода

$$q_n = (t_n - t_{гр}) / R_n \ , \qquad (3.36)$$

для обратного трубопровода

$$q_o = (t_o - t_{гр}) / R_o \ , \qquad (3.37)$$

где R_n , R_o – полные термические сопротивления соответственно для подающего и обратного трубопроводов.

$$R_n = R_n^{из} + R_n^{гр} + R_n^{доп} \ , \qquad (3.38)$$

$$R_o = R_o^{из} + R_o^{гр} + R_o^{доп} , \qquad (3.39)$$

где: $R^{из}, R^{гр}, R^{доп}$ – соответственно термическое сопротивление тепловой изоляции, грунта и дополнительные термические сопротивления взаимного влияния теплопроводов, (м.°С)/Вт [(ч.м.°С)/ккал].

$$R^{из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{d_{из}}{d_н} , \qquad (3.40)$$

где $\lambda_{из}$ – теплопроводность основного теплоизоляционного слоя, Вт/(м.°С) [ккал/ч.м.°С];
$d_{из}, d_н$ – соответственно диаметр трубопровода с изоляцией и наружный диаметр стального трубопровода без изоляции, м.

$$R^{гр} = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln\left(\frac{4h}{d_{из}}\right), \qquad (3.41)$$

где $\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, Вт/(м.°С) [ккал/ч.м.°С];
h – глубина заложения трубопровода до его оси, м.

$$R_n^{доп} = \varphi_n R_{гр} ; \qquad (3.42)$$

$$R_o^{доп} = \varphi_o R_{гр} , \qquad (3.43)$$

где R_φ – фактор термического сопротивления взаимного влияния теплопроводов, (м.°С)/Вт [(ч.м.°С)/ккал];

$\varphi_п, \varphi_о$ – коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление соответственно для подающего и обратного трубопроводов.

$$R_\varphi = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln\sqrt{1+\left(\frac{2h}{r}\right)} \quad , \tag{3.44}$$

где r – расстояние между осями трубопровода по горизонтали, м.

$$\varphi_п = \frac{[(t_о - t_{гр})R_п - (t_п - t_{гр})R_\varphi]}{[(t_п - t_{гр})R_о - (t_о - t_{гр})R_\varphi]}; \tag{3.45}$$

$$\varphi_п = \frac{[(t_п - t_{гр})R_о - (t_о - t_{гр})R_\varphi]}{[(t_о - t_{гр})R_п - (t_п - t_{гр})R_\varphi]} \quad . \tag{3.46}$$

При проведении расчетов коэффициент теплопроводности тепловой изоляции из пенополиуретана принимается 0,03 Вт/(м.°С) [0,026 ккал/(ч.м.°С)] (данные изготовителя трубопроводов, изолированных ППУ, завода "Мосфлоулайн"). Значения коэффициентов теплопроводности традиционных теплоизоляционных материалов для бесканальной прокладки определяются с учетом увлажнения:

$$\lambda_{ув} = \lambda K \quad , \tag{3.47}$$

где λ – коэффициент теплопроводности сухого теплоизоляционного материала, Вт/(м.°С) [ккал/(ч.м.°С)], принимается по табл.16 Прил.2 ;

K – коэффициент увлажнения, учитывающий увеличение теплопроводности от увлажнения, принимается по табл. 17 Прил.2.

3.3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Пример 1. Определить расход теплоты на разогрев и слив мазута, поступившего в г.Самару в январе в 60-тонной цистерне.

Марка мазута М 80. Время следования в пути 72 ч. Температура мазута перед сливом 50°С, начальная температура в цистерне –1,7°С. Коэффициент охлаждения для 60-тонной цистерны равен 1,55. Плотность мазута 990 кг/м^3. Время разогрева и слива (табл.3.5) 10 ч.

1. По формуле (3.16) определим удельное количество теплоты, необходимое на разогрев и слив мазута:

$$q_{сл} = 1884{,}5x[50 - (-1{,}7)]x\left(1 + \frac{10x1.55x10}{990}\right) = 112682.6 \text{ кДж/т (26912,5 ккал/т)}$$

2. Определим количество теплоты, необходимое на разогрев и слив 60 т мазута:

$$Q_{сл} = 112682.6x60x10^{-6} = 6{,}76 \text{ ГДж (1,61 Гкал).}$$

Пример 2. Определить расход теплоты на компенсацию тепловых потерь при хранении мазута М 80 в изолированном резервуаре.

Масса мазута в резервуаре 2тыс. т, поверхность резервуара 927 $м^2$. Емкость резервуара 2150 $м^3$. Расход топлива 100 т/сут. Плотность мазута 990 $кг/м^3$. Коэффициент теплопередачи стенок резервуара 3,49 $Вт/(м^2 \cdot °C)$. Температура слива мазута 50°С. Средняя температура наружного воздуха за время хранения –13,8°С.

1. Определяем время хранения в резервуаре:

$$Z_{хр} = 2000/(100x24) = 480 \text{ ч.}$$

2. Определяем удельный расход теплоты на компенсацию потерь при хранении мазута по формуле (3.17):

$$q_{хр} = \frac{2520x927x3,49x[50-(-13,8)]x480}{990x2150} = 117298.9 \text{ кДж/т (28015 ккал/т)}$$

3. Определяем среднюю массу мазута $M_ч$ в резервуаре за время хранения в течение 20 сут. (480 ч) при отборе 100 т ежесуточно:

$$M_ч = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20} M_ч Z_i = (2000x1+1900x1+1800x1+1700x1+1600x1+1500x1+$$
$$+1400x1+1300x1+1200x1+1100x1+1000x1-900x1+800x1 +700x1+600x1+500x1$$
$$+400x1+300x1+200x1+100x1)/20 =1050т$$

4. Определяем количество теплоты для компенсации потерь при хранении мазута:

$$Q_{хр} = 117298.9x1050x10^{-6} = 123.2 \text{ ГДж (29,4 Гкал)}$$

Пример 3. Определить нормативные потери теплоты за отопительный период тепловой сетью общей протяженностью 11.6 км. в том числе:прокладка в подземных непроходных каналах трубопроводов диаметром 377 мм – 0.5 км; 273 мм – 1км; 219 мм – 2 км; 159 мм – 2,5 км; 108 мм – 3 км; 76 мм – 1.1 км ; бесканальная прокладка трубопровода диаметром 219 мм – 1км: надземная прокладка трубопровода диаметром 377 мм – 0.5 км.

Средняя температура грунта за отопительный период 1,3 °С, средняя температура наружного воздуха за отопительный период –3°С. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе 84, в обратном 48°С. Продолжительность отопительного периода 218 сут. Температура холодной воды за отопительный период 5°С.

1. Определяем поправочные коэффициенты к нормам плотности теплового потока по формулам (3.27), (3.28), (3.29):

для подземной прокладки

$$K^{подз} = \frac{84+48-2x1,3}{90+50-2x5} = 0.995;$$

для надземной прокладки

$$K_n^{нач} = \frac{84-(-3,0)}{90-5} = 1,023; \qquad K_o^{нач} = \frac{48-(-3,0)}{50-5} = 1,133;$$

2. Определяем плотность теплового потока с поверхности тепловой изоляции по видам прокладки с учетом диаметра, протяженности и поправочных коэффициентов. Нормы плотности теплового потока принимаем по табл. 8 –10 Прил.2 для температуры теплоносителя в подающем трубопроводе 90°С, в обратном – 50°С.

По прокладке в подземных непроходных каналах

$$\sum q_l l_l = 0,995x10^3\ (212.8x0,5+174,5x1+151,2x2+124,4x2.5+102,3x3+86x1,1) = 1280,6\ кВт.$$

По бесканальной прокладке

$$q_l l_l = 0,995x117,4x1x10^3 = 116,8\ кВт.$$

По надземной прокладке

$$q_l l_l = 0.5x103(1.023x98,4x+1,133x68.6)=89.2\ кВт.$$

3. Определяем суммарные потери теплоты через изолированную поверхность теплопроводов за отопительный период по формуле (3.26):

$$Q_{тп} = 3,6(1280.6+116.8+89.2)24x218x10^{-3} = 28000,4\ ГДж\ (6687,5\ Гкал).$$

4. Определяем объем воды в двухтрубных тепловых сетях в соответствии с табл. 3 Прил.5.

$$V_c = 2(100.05x1+51,04x1+32.35x3+17,66x2.5+7,85x3+3,74x1,1)=639,9\ м^3.$$

5. Определяем потери теплоты с утечкой теплоносителя из трубопроводов тепловой сети по формуле (3.32):

$$Q_y = 0.0025x639,9x4,187x1000\left(\frac{84+48}{2}-5\right)24x218x10^{-6} = 2137,7\ ГДж(510.6Гкал).$$

6. Определяем суммарные нормативные тепловые потери трубопроводами за отопительный период:

$$Q_{тс} = 28000,4+2137,7 = 30138,1\ ГДж\ (7198,1\ Гкал)$$

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТОПЛИВА НА ВЫРАБОТКУ ТЕПЛОТЫ

4.1. Полная потребность в условном топливе для котельной в планируемом периоде определяется с учетом потерь топлива при транспортировании и хранении, т у.т.:

$$B_{полн} = \varphi_n \cdot B \qquad (4.1)$$

где: B – потребное количество топлива на выработку теплоты котельной в планируемом периоде, кг.у.т;

φ_n – коэффициент, учитывающий потери топлива, принимается по табл.1и2 Приложения 3.

4.2. Потребность в условном топливе для выработки теплоты котельной, т у.т., определяется умножением общего количества вырабатываемого теплоты $Q_{выр}$, определяемого по формуле (3.1) на удельную норму расхода условного топлива для выработки 1 ГДж (1Гкал) теплоты или 1 т нормального пара:

$$B = Q_{выр} \cdot b \cdot 10^{-3} \qquad (4.2)$$

где: b- удельный расход условного топлива, кг у.т./ГДж (кг у.т./Гкал).

4.3. Удельный расход условного топлива, кг у.т./ГДж (кг у.т./Гкал), вычисляется по формуле:

$$b = \frac{34.12}{(\eta_{ка}^{гр})^{ср}} \cdot 100 \qquad (4.3) \qquad \left[b = \frac{142.86}{(\eta_{ка}^{гр})^{ср}} \cdot 100 \right] \qquad (4.3а)$$

где: $(\eta_{ка}^{гр})^{ср}$ – коэффициент полезного действия котлоагрегата, соответствующий номинальной загрузке котлоагрегата,%

КПД котлоагрегата определяется на основании паспортных данных или на основании режимно-наладочных испытаний котлоагрегата, находящегося в технически исправном и отлаженном состоянии. Испытания котлоагрегатов проводятся по утвержденной методике специализированными организациями. нормы расхода топлива

Если за котлоагрегатом установлен экономайзер для нагрева питательной воды или теплообменник для подогрева дутьевого воздуха, общий КПД котлоагрегата принимается с учетом утилизатора.

4.4. Удельные нормы расхода топлива на выработку теплоты для котлоагрегатов на номинальной нагрузке (паспортные данные) приведены в табл.3 Приложения 3. При отклонении нагрузки от номинальной удельные нормы определяются в соответствии с нормативными характеристиками котлоагрегатов. Нормативная характеристика определяет изменение величины удельного расхода топлива, кг у.т./ГДж (кг у.т./Гкал, во всем диапазоне нагрузок котлоагрегата от минимальной до максимальной [14].

$$b_{ка}^{бр.i} = f(Q_{ка.}) = \frac{142{,}86}{\eta_{ка.}^{бр.i}} \qquad (4.4)$$

где $\eta_{ка}^{бр.i}$ – фактический КПД котельного агрегата при *i*-ой нагрузке.

При отклонении условий эксплуатации должны быть определены нормативные коэффициенты:

- коэффициент K_1, учитывающий эксплуатационную нагрузку котлоагрегата;
- коэффициент K_2, учитывающий работу котлоагрегата без хвостовых поверхностей нагрева;
- коэффициент K_3, учитывающий использование нерасчетных видов топлива.

Коэффициенты K_1, K_2, K_3 – определяются как отношение величин удельного расхода топлива при фактических нагрузках котлоагрегата в условиях эксплуатации к удельному расходу топлива при оптимальных условиях эксплуатации при номинальной нагрузке:

$$K = \frac{(b_{ка}^{бр})^{факт}}{(b_{ка}^{бр})^{ном}} \qquad (4.5)$$

При работе котлоагрегата с установленными хвостовыми поверхностями на расчетном топливе и в номинальном режиме коэффициенты равны единице.

Для некоторых типов котлов значения коэффициента K_1 приведены в табл.4 Приложения 3.

Коэффициент K_2 определяется только при отсутствии чугунных экономайзеров в котлах паропроизводительностью до 20 т/ч при параметрах, соответствующих номинальной нагрузке. Значения K_2 в зависимости для различных видов топлива приведены ниже:

Топливо	Значение K_2
Газ	1.025 – 1.035
Мазут	1.03 – 1.037
Каменный уголь	1.07 – 1.08
Бурый уголь	1.07 – 1.08

Меньшее значение коэффициента K_2 принимается для котлоагрегатов типа ДКВР.ШБА, большее – для котлов типа Шухова, КРШ.ВВД.

Коэффициент K_3 для секционных стальных и чугунных котлов типа НР-18, "Минск-1", "Универсал", "Тула-3" и др., а также для паровых котлов типа Е-1/9, топки которых оборудованы колосниковой решеткойис ручным обслуживанием, при сжигании рядовых углей с содержанием мелочи (класс 0÷6мм) более 60% принимается равным 1,15 –для антрацита; 1,17 –для каменных углей; 1.2 – для бурых углей.

Для остальных котлоагрегатов коэффициент K_3 определяется по величине потерь теплоты топок от механического недожога в зависимости от типа топочного устройства, зольности и фракционного состава топлива:

$$K_3 = 1 + \frac{q_4^{нст} \cdot K_ч - q_4}{100} \qquad (4.6)$$

где: $q_4, q_4^{ист}$ –соответственно нормативная (проектная) величина потерь теплоты от механического недожога и исходная,%;

$K_м$ – поправка на содержание мелочи (класс 0÷6мм). Величина поправки приведена ниже.

Содержание мелочи (класс 0÷6мм) в топливе, %	$K_м$
55	1,0
60	1,03
70	1,1
80	1,22
90	1,4

4.5. Удельные нормы расхода топлива на выработку 1т нормального пара, кг у.т./т, при энтальпии пара 2675,5 кДж /кг (639 ккал/кг) при атмосферном давлении определяется по соотношению:

$$b = b_н \cdot (1 + K_{прод}) \qquad (4.7)$$

где: $b_н$ - расчетная удельная норма расхода топлива на выработку 1 т нормального пара, кг у.т./ т, значения удельных норм приведены в табл.5 Приложения 3;

$K_{прод}$ – коэффициент , учитывающий потери теплоты с продувочной водой.

Пересчет пара из котла в нормальный выполнятся по формуле:

$$G_{кл} = G_{пр} \cdot (I_п - I_{пв}) / I_{нп} \qquad (4.8.)$$

где: $G_{кл}$ – паропроизводительность котельной в нормальном паре, кг/ч;

$G_{пр}$ – паропроизводительность котельной в рабочем паре, кг/ч;

$I_п, I_{пв}$ – соответственно энтальпия пара и питательной воды, кДж/кг (ккал/кг);

$I_{нп}$ - энтальпия нормального пара, равная 2675,5 кДж/кг (639 ккал/кг).

4.6. При наличии в котельной нескольких котлов разных типов средняя норма расхода условного топлива на выработку теплоты за планируемый период, кг у.т./ГДж (кг у.т./Гкал), определяется как средневзвешенная величина по формуле:

$$b_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} \qquad (4.9)$$

где: b_i – норма удельного расхода топлива для i-го котла, кг у.т./ГДж (кг у.т./Гкал);

Q_i – выработка теплоты (пара) i –м котлом за планируемый период, ГДж(Гкал);

n – количество котлов в котельной.

4.7. Удельный расход условного топлива на растопку котла с учетом технологического процесса зависит от площади поверхности нагрева котла, числа и длительности остановок котла (табл. 5 Приложения 3).

4.8. Пересчет условного топлива $B_{усл}$ в натуральное $B_{нат}$ выполняется в соответствии с характеристикой топлива и значением калорийного эквивалента по формуле:

$$B_{нат} = B_{усл} / Э \qquad (4.10)$$

где: Э – калорийный коэффициент, **определяемый по соотношению:**

$$Э = Q^{р}_{н} / Q^{р}_{у.т} \qquad (4.11)$$

где: $Q^{р}_{у.т.}$ –низшая теплота сгорания условного топлива, равная 29309 кДж/кг (ккал/кг) ;

$Q^{р}_{н}$ – низшая теплота сгорания натурального топлива (твердого, жидкого , газообразного), кДж/кг($м^3$)[ккал/кг($м^3$)], определяется сертификатом или лабораторным анализом.

Для приближенных расчетов можно пользоваться величинами калорийных эквивалентов, приведенными в табл. 7 Приложения 3.

4.9. Установленные на теплоэнергетическом предприятии нормы расхода топлива подлежат корректировке на основании проведения энергосберегающих мероприятий и эксплуатационных испытаний топливоиспользуюших агрегатов. Испытания должны проводиться только после проведения объектов в исправное состояние и оформления соответствующего акта.

4.10. Для контроля экономичности работы котельных и возможности сопоставления плановых показателей с отчетными, потребность в топливе и удельные расходы топлива могут быть представлены в расчете на выработку теплоты, отпускаемого с коллекторов котельной.

Потребность в условном топливе на производство теплоты, отпускаемого с коллекторов котельной, т у.т./ГДж (т у.т./Гкал), определяется по формуле:

$$B_{отп} = Q_{отп} \cdot b_{отп} \cdot 10^{-3} \qquad (4.12)$$

где: $Q_{отп}$ – количество отпущенного теплоты за рассматриваемый период, Дж(Гкал); $b_{отп}$ – удельная норма расхода условного топлива на выработку теплоты, отпускаемого в тепловую сеть, кг у.т./ГДж (кг. у.т./Гкал).

4.11. Удельный расход условного топлива, кг у.т./ГДж (кг. у.т. Гкал), на отпуск теплоты определяется по формулам:

$$b_{отп} = b / (1 - K_{сн}) \qquad (4.13)$$

где: $K_{сн}$ – коэффициент, учитывающий расход теплоты (топлива) на собственные нужды котельной.%,(см.раздел 3),

или

$$b_{отп} = \frac{34.12}{\eta^{нетто}_{ср.к}} \cdot 100 \qquad (4.14) \qquad b_{отп} = \frac{142.86}{\eta^{нетто}_{ср.к}} \cdot 100 \qquad (4.14а)$$

где: $\eta_{ср.к.}^{нетто}$ – средний коэффициент полезного действия нетто с учетом расхода теплоты на собственные нужды котельной, %, определяется по соотношению:

$$\eta_{ср.к}^{нетто} = (\eta_{ср.а}^{бр})^{ср} \cdot (1 - \frac{K_{сн}}{100}) \qquad (4.15)$$

Коэффициент , учитывающий расход топлива на собственные нужды котельной, %, определяется:

$$K_{сн} = \frac{100}{b} \sum_{i=1}^{n} b_{сн i} \qquad (4.16)$$

где: $b_{сн i}$ – удельный расход топлива на *i*-е нужды котельной, кг у.т./ГДж (кг. у.т./Гкал)

n – количество различных собственных нужд котельной, требующих затрат топлива.

4.12. Примеры расчетов.

Пример 1. Определить потребность котельной в топливе на растопку котла с площадью поверхности нагрева 138 м^2.Графиком ремонтных предусмотрены следующие остановки котлов: по 48 ч –2; по 24ч – 2; по 12 ч – 5.

1. По табл. 6 Приложения 3 находим удельный расход топлива, кг у.т. на одну растопку котла в зависимости от продолжительности остановки и вычисляем потребность в топливе на предусмотренные графиком ремонтных работ растопки котла:

$$B_{раст} = 800x2 + 400x2 + 200x5 = 3400 \text{ кг у.т}$$

Пример 2. Определить удельную норму расхода топлива на выработку 1 т нормального пара для котельной с пятью котлами ДКВР – 4/13, работающем на природном газе. КПД котлов 90,8%.

1. Находим расчетную удельную норму расхода топлива на выработку 1 т нормального пара по табл.5 Приложения 3 методом интерполяции:

$$b_н = 100.654 \text{ кг у.т./т}$$

2. Находим по табл.7 Приложения 2 коэффициент, учитывающий потери теплоты с продувочной водой, равным 0,13.

3. По формуле (4.5) определяем удельную норму расхода топлива на выработку 1 т нормального пара с учетом потерь теплоты с продувочной водой:

$$b = 100,654x(1+0,13) = 113,74 \text{ кг у.т./т}$$

Пример 3. Определить потребность в топливе по двум отопительным котельным.

Котельная № 1 имеет 5 котлов ДКВР–4/13, работающих на природном газе, теплотворной способностью 35589,5 ГДж/нм^3 (8500 ккал/нм^3). Площадь поверхности нагрева каждого котла 138 м2. КПД котлоагрегата 88%. Запланированы две остановки котлов в год продолжительностью 48 ч и более.

Годовой расход теплоты составляет : на отопление 70342 ГДж (16800 Гкал) , вентиляцию 17585 ГДж (4200 Гкал), горячее водоснабжение 77041 ГДж (18400 Гкал), собственные нужды 3601 ГДж (860 Гкал), потери теплоты в тепловой сети 837 ГДж (200 Гкал).

1. Определяем годовую выработку теплоты:

$$Q_{выр} = 70342+17585+77041+3601+837 = 169406 \text{ ГДж (40460 Гкал)}$$

2. Производим пересчет теплоты в *т* нормального пара по формуле (4.6):

$$G_{нп} = 169406 \times 10^3 / 2675{,}5 = 63317{,}5\ т$$

3. Находим удельную норму расхода условного топлива на выработку 1 *т* нормального пара по формуле (4.5), принимая :

$b_н$ =103,76 кг у.т./*т* пара (табл.4.2) и Кпрод =0,13 (табл.3.7)

$$b = 103{,}86 \times (1+0{,}13) = 117{,}4 \text{ кг у.т. /т пара}$$

4. Вычисляем расход топлива на выработку пара котельной по формуле (4.1):

$$B_п = 63317{,}5 \times 117{,}4 \times 10^{-3} = 7433{,}5 \text{ т у.т.}$$

5. Определяем потребность в топливе для растопки котлов. По табл. 4.3 находим удельный расход топлива для растопки котла при остановке котла на 48 ч –800, свыше 48 ч –1200 кг у.т.

$$B_р = (800 \times 2 + 1200 \times 2) \times 10^{-3} = 4 \text{ т у.т.}$$

6. Общая потребность в условном топливе для котельной № 1 составит:

$$B = B_п + B_р = 7433{,}5 + 4 = 7437{,}5 \text{ т у.т.}$$

7. Определяем калорийный коэффициент по формуле (4.9):

$$Э = 35589{,}5/29309 = 1{,}214$$

8. Определяем потребность в природном газе котельной № 1 по формуле (4.8):

$$B_{нат} = 7437{,}5 \times 10^3 / 1{,}214 = 6126{,}4 \text{ тыс.м}^3 = 6{,}126 \text{ млн.м}^3$$

Котельная № 2 имеет два котла МГ-2, работающих на угле марки АМ теплотворной способностью 26922,4 кДж/кг (6430 ккал/кг) и обеспечивает отопление жилых зданий. Площадь поверхности нагрева одного котла 64,6 м^2. Запланирована одна остановка котла в год продолжительностью более 48 ч. Годовая выработка теплоты котельной 12561 ГДж (3000 Гкал).

1.Находим удельную норму расхода условного топлива на выработку теплоты по табл. 3 Приложения 3 равной 50,9 кг у.т./ГДж (213 кг у.т./ккал).

2. Вычисляем потребность в топливе на выработку расчетного количества теплоты:

$$B_т = 12561 \times 50{,}9 = 639355 \text{ кг у.т.}$$

3. Определяем потребность в топливе на растопку котлов по табл.4.3 равной 600 кг у.т.

4. Определяем общую потребность в топливе:

$$B = B_т + B_р = 639355 + 600 = 639955 \text{ кг у.т.}$$

5. Определяем калорийный эквивалент натурального топлива по формуле (4.9):

$$Э = 26922,4/29309 = 0,919$$

6. Вычисляем потребность котельной №2 в угле марки АМ по формуле (4.8):

$$B_{нат} = 6439955x10^{-3} / 0,919 = 696,4 \text{ т}$$

Пример 4. Определить потребность в топливе на отпуск теплоты в тепловую сеть котельной с двумя котлами МГ-2.

Площадь поверхности нагрева каждого котла 64,6 м2. КПД брутто 65%. Котлы работают на угле марки АМ. Годовая выработка теплоты 12561 ГДж (3000 Гкал). Расход теплоты на собственные нужды 565 ГДж (135 Гкал).

1. Определяем коэффициент , учитывающий расход теплоты на собственные нужды котельной :

$$K_{сн} = 565 / 12561 = 0,045$$

2. Рассчитываем средний КПД нетто котельной с учетом расхода теплоты на собственные нужды котельной по формуле (4.13):

$$\eta_{ср\,к}^{нетто} = 65 \text{ x}(1-0,045) = 62,075 \text{ \%}$$

3. Вычисляем удельный расход условного топлива на выработку теплоты, отпускаемого в тепловую сеть :

$$b_{отп} = \frac{34.12}{62.075} x100 = 54,9 \text{ кг у.т./ГДж (229.8 кг у.т/Гкал)}$$

4. Определяем количества теплоты, отпускаемого в тепловую сеть:

$$Q_{отп} = 12561 - 565 = 11996 \text{ ГДж (2865 Гкал)}$$

5. Находим потребность в условном топливе на производство теплоты, отпускаемого с коллекторов котельной:

$$B_{отп} = 11996 \text{ x } 54,9 = 658580 \text{ кг у.т} = 658.6 \text{ т у.т.}$$

6. Производим пересчет условного топлива в натуральное (см. пример 3):

$$B_{нат} = 658.6 / 0.919 = 716.6 \text{ т}$$

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТРЕБУЕМОГО ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОТЫ

5.1. Расход электроэнергии на производственные нужды условно можно разделить на технологические, связанные непосредственно с выработкой и транспортированием теплоты от котельных до потребителя, и вспомогательные (например, производственных мастерских, складов топлива и т.п.).

Расходы электроэнергии на вспомогательные нужды не учитываются в расчетах, поскольку не связаны непосредственно с процессами выработки и потребления теплоты.

5.2. Расходы на технологические нужды включают в себя расходы электроэнергии на тягодутьевые устройства (вентиляторы, дымососы); насосы питательные, циркуляционные, химводоочистки, мазутные, вакуумные; привод механизмов для транспортирования топлива в котельных, топливоподготовки, топливоподачи, шлакозолоудаления (дробилки, углезабрасыватели, транспортеры, скреперные лебедки и пр.)

5.3. Суммарное количество электроэнергии за планируемый период, кВт.ч, определяется по формуле:

$$Э = Э_{тех.} + Э_{тр.} + Э_{нас} + Э_{сн} \quad , \tag{5.1}$$

где $Э_{тех.}, Э_{тр}, Э_{нас}, Э_{сн}$ – количество электроэнергии, требуемое соответственно для технологического оборудования, имеющего электропривод, на транспортирование теплоносителя от источника до потребителя, на перекачку теплоносителя в насосных станциях при получении теплоты со стороны, на собственные нужды котельной (освещение, вентиляцию, потери в сетях, на подъемно-транспортные, вспомогательные механизмы и пр.).

5.4. Количество электроэнергии на привод технологического оборудования, кВт.ч, определяется по формуле:

$$Э_{тех} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i Z_i K_{ш}}{\eta_i} \quad , \tag{5.2}$$

где N_i – номинальная мощность i-го двигателя, кВт, принимается из паспортных данных;

Z_i – полезное время работы i-го оборудования, ч;

$K_{ш}$ – коэффициент использования мощности электрооборудования;

η_i – КПД i-го электрооборудования;

n – количество электрооборудования.

5.5. Коэффициент использования мощности электрооборудования определяется практическим путем как отношение активной мощности отдельного приемника (или группы их) к номинальному (паспортному) значению:

$$K_{и} = N_{сред} / N_{н} \quad , \tag{5.3}$$

крепкого раствора соли ХВ-13-Л1-52 с электродвигателем мощностью 3 кВт; перекачивающий насос 2КМ-20/30 с электродвигателем мощностью 3 кВт; насос горячего водоснабжения ЦНС 38-44 с электродвигателем мощностью 7 кВт; подпиточный насос 2 КМ-20/30 с электродвигателем мощностью 4 кВт; питательный насос ЦНСГ 38-176 с электродвигателем мощностью 30 кВт; компрессор СО7А с электродвигателем мощностью 4 кВт. Котельная освещается 12 светильниками с мощностью ламп 0,1 кВт каждый.

Длительность отопительного периода 4920 ч. Число часов работы насосов: сетевого – 4920, горячего водоснабжения, подпиточного, питательного декарбонизированной воды, исходной воды – 8400, перекачки соляного раствора, промывки и взрыхления фильтров – 600, перекачивающего – 2600. Продолжительность работы вентилятора отделения декарбонизации 8400, компрессора – 1800 ч.Продолжительность действия осветительной нагрузки 4800 ч.

1. Расчет ведем по формулам (5.21), (5.22), результаты расчетов сводим в таблицу.

Таблица

Оборудование	Мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент спроса Кс	Расчетная мощность NКс, кВт	Продолжительность работы,ч	Расход электроэнергии, кВт.ч
Дымосос ДН9	5.7х2	0,95	10.83	8400	90972.0
				3480	37688.4
Вентилятор ВДН-8	5.7х2	0,95	10.83	8400	90972.0
				3480	37688.4
Вентилятор Ц4-70 №3	1,5	0,7	1.05	8400	8820.0
Насос:					
сетевой	30.0	0,8	24.0	4920	118080
исходной воды	7.0	0,8	5.6	8400	47040
декарбонизированной воды	17,0	0,8	13.6	8400	114240
промывочной воды	1.5	0,7	1.05	600	630
перекачки соляного раствора	3.0	0,8	2.4	600	1440
перекачивающий	3.0	0,8	2.4	2600	6240
горячего водоснабжения	7,0	0,8	5,6	8400	47040
подпиточный	4.0	0,8	3.2	8400	26880
питательный	30	0,8	24.0	8400	201600
Компрессор	4.0	0,7	2.8	1800	5040
ИТОГО					834370.8

2. Определяем количество электроэнергии на освещение по формуле (5.16):

$$Э_{осв} = 0,1 \times 12 \times 4800 = 5760 \text{ кВт.ч.}$$

3. Определяем общее количество электроэнергии, потребляемое котельной за год:

$$Э = 834370,8 + 5760 = 840130,8 \text{ кВт.ч.}$$

K_c – коэффициент спроса, определяется опытным путем, ориентировочные значения для различного оборудования приведены в табл.10 Прил. 4.

5.21. Примеры расчетов.

Пример 1. Определить мощность электродвигателя для привода дымососа ДН-9 на котле, работающем на Кузнецком каменном угле с максимальным расходом топлива 287 кг/ч. Полное давление, создаваемое дымососом, 8.4 мм вод.ст., КПД установки 0,69. Тепловая мощность котла 2,5 МВт (2,15 Гкал/ч). Температура уходящих газов 180 °С.

1. Определяем теоретический объем продуктов сгорания по табл. 5.2 Прил. 4 равным 6,58 нм3/кг; коэффициент избытка воздуха в уходящих газах 1,6.

2. Определяем производительность дымососа по формуле (5.8):

$$V_г = 1{,}1x287x6.58x1.6x\frac{273+180}{273} = 5515{,}1 \text{ нм}^3$$

3. Определяем мощность электродвигателя по формуле (5.6):

$$Э = \frac{5790.9x78.4}{3600x102x0.69} = 1.71 \text{ кВт.}$$

Пример 2. Определить потребляемую мощность и количество электроэнергии за отопительный период для сетевого насоса 3К45-30. Производительность насоса 49,1 т/ч, напор 30,5 м, КПД насосной установки 0,7. Продолжительность отопительного периода 4920 ч.

Расчет производим по формуле (5.11).

1. Определяем расчетную электрическую мощность:

$$N = \frac{49.1x30.5x10^3}{3600x102x0.7} = 5.83 \text{ кВт}$$

2. Определяем количество электроэнергии за отопительный период по формулам (5.21) и (5.22) с учетом табл.5.10:

$$Э = 5.83x4920x0.8 = 22946.88 \text{ кВт.ч}$$

Пример 3. Определить годовую потребность в электроэнергии отопительно-производственной котельной с четырьмя котлами ДЕ 4-14 ГМ. Котельная работает на нужды отопления, горячего водоснабжения и технологические нужды.

В котельной установлены: 4 дымососа ДН-9 с электродвигателями мощностью 5,7 кВт, работающие в отопительный период, в неотопительный период - 2 дымососа; 4 дутьевых вентилятора ВДН-8 с электродвигателями мощностью 5,7 кВт, режим работы в течение года, как у дымососов; вентилятор отделения декарбонизации с электродвигателем 1,5 кВт; сетевой насос ЦНС 60-90 с электродвигателем мощностью 30 кВт; насос блока приготовления исходной воды с электродвигателем мощностью 7 кВт; насос декарбонизированной воды ЭКМ-6 с электродвигателем мощностью 17 кВт; насос промывочной воды водород-катионитовых фильтров 2К-20/18 с электродвигателем 1,5 кВт; насос перекачки

$$Э_{цтп} = Э^{уд}_{цтп} Q_{цтп} Z_{цтп}, \quad (5.18)$$

где $Э^{уд}_{цтп}$ – удельный расход электроэнергии в ЦТП, кВт/МВт (кВт.ч/Гкал);

$Q_{цтп}$ – тепловая мощность ЦТП, МВт(Гкал/ч);

$Z_{цтп}$ – продолжительность использования электрической нагрузки за планируемый период, ч.

Удельный расход электроэнергии принимают 2.32 (2.7) кВт/МВт(кВт.ч/Гкал) для ЦТП, обеспечивающего горячее водоснабжение и отопление зданий по зависимой и независимой схемам; 0,76(0,88) – для ЦТП, обеспечивающего горячее водоснабжение и отопление зданий по элеваторной схеме: 1,56(1.81) для ЦТП (бойлерной, насосной), обеспечивающего отопление по зависимой схеме с насосами смешения и горячее водоснабжение по независимой схеме с циркуляционными насосами.

5.17. Количество электроэнергии, требуемое для освещения ЦТП, кВт.ч, определяется по формуле:

$$Э_{осв} = Э^{уд}_{осв} F Z_{осв}, \quad (5.19)$$

где $Э^{уд}_{осв}$ – удельный расход электроэнергии на освещение , принимается 0.009 кВт./м^2;

F – площадь ЦТП, м^2;

$Z_{осв}$ – продолжительность использования осветительной нагрузки за планируемый период, ч.

5.18. Количество электроэнергии , потребляемое приборами КИП и А , кВт.ч, определяется :

$$Э_{кип} = \sum_{i=1}^{n} N_{пр i} Z_{пр i}, \quad (5.20)$$

где $N_{пр i}$ – мощность i-го прибора , в среднем может быть принята 0.065 кВт;

$Z_{пр i}$ – продолжительность действия прибора в течение рассматриваемого периода;

n – количество приборов.

5.19. Предельные значения удельных расходов электроэнергии на выработку теплоты котельными, кВт/МВт (кВт.ч/Гкал), приведены в табл. 7– 9 Прил. 4.

5.20. Для ориентировочных расчетов количество электроэнергии, потребляемое электрооборудованием котельной, кВт.ч, можно определить по формуле:

$$Э = \sum_{i=1}^{n} N_{pi} Z_i, \quad (5.21)$$

где N_{pi} – расчетная электрическая нагрузка i-го электроприемника, кВт, определяемая по формуле (5.22);

Z_i – продолжительность использования электрооборудования в планируемом периоде, ч;

n – количество электрооборудования.

$$N_{pi} = N_{уст} K_c, \quad (5.22)$$

где $N_{уст}$ – установленная (паспортная) мощность электроприемника, кВт.

η_n – КПД передачи, принимается равной для ременной 0,85-0,9, клиноременной 0,97-0,98, зубчатой 0,98, при помощи муфты (непосредственно) 1,0.

скребковых транспортеров и шнеков

$$N_T = \frac{G_T R(K_x l_n + S)}{367\eta_n} \quad , \tag{5.14}$$

где R – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления при пуске, принимается 1,2-1,5;

K_x – коэффициент сопротивления материала, принимается для угля 4,2-1,6, для золы – 4,0;

l_n – длина перемещения груза, м;

S – высота подъема груза,м;

ковшового элеватора

$$N_{эл} = G_{эл} S / 367\eta_n \quad , \tag{5.15}$$

где $G_{эл}$ – производительность ковшового элеватора, т/ч.

5.13. Количество электроэнергии, необходимое для освещения котельной, кВт.ч, определяется по числу и мощности установленных светильников и продолжительности горения электрических ламп по формуле:

$$Э_{осв} = \sum_{i=1}^{n} N_{осв} Z_{эф} \quad , \tag{5.16}$$

где $N_{осв}$ – мощность i-го установленного светильника , кВт;

$Z_{эф}$ – число часов использования осветительного максимума, ч, при отсутствии данных принимается для непрерывной работы при наличии естественного освещения равным 4800 ч, при отсутствии естественного освещения 7700 ч;

n – количество светильников.

5.14. Потери электроэнергии в сетях принимаются по табл.5 Прил. 4.

5.15. При отсутствии данных для расчета количество электроэнергии на прочие нужды (рециркуляция воды в контуре, подпитка тепловой сети, освещение котельной, потери в распределительной сети и силовых трансформаторах, работа устройств КИП и А и пр.), кВт, может быть определено укрупненным расчетом по формуле:

$$Э_{пр} = N_{уд}^{пр} Q_{отп} Z_M \quad , \tag{5.17}$$

где $N_{уд}^{пр}$ – удельная потребляемая мощность оборудования, кВт/МВт(кВт.ч/гкал), расход электроэнергии которым учитывается в составе расхода на выработку теплоты, принимается по табл. 6 Прил. 4 ;

$Q_{отп}$ – расчетный расход отпускаемого количества теплоты, МВт(Гкал/ч);

Z_M – продолжительность использования максимума тепловой нагрузки,ч.

5.16. Количество электроэнергии на отпуск теплоты от ЦТП, кВт.ч, может быть определено укрупненным расчетом по формуле:

$a_т, a_{ух}$ – коэффициенты избытка воздуха соответственно в топке и уходящих газах, принимаются по табл.3 Прил. 4;

$t_{хв}$ – температура холодного воздуха, принимается 20°С;

$t_{ух}$ – температура уходящих газов, °С;

B – расход топлива, кг, определяется по формуле (4.1):

$h_{бар}$ – барометрическое давление, кПа.

5.9. При отсутствии данных для расчета количество электроэнергии на привод электродвигателей тягодутьевых машин, кВт.ч, приближенно можно определить по формулам:

для вентилятора

$$Э_В = V_В Э_{уд.В} 10^{-3} ; \qquad (5.9)$$

для дымососа

$$Э_Г = V_Г Э_{уд.Г} 10^{-3}, \qquad (5.10)$$

где $Э_{уд.В}, Э_{уд.Г}$ – удельные расходы электроэнергии соответственно на подачу воздуха дутьевыми вентиляторами и на удаление уходящих газов дымососами, кВт. ч/1000м^3, принимаются по табл.4 Прил. 4.

5.10. Мощность электродвигателя для привода насоса, кВт, определяется по формуле:

$$N_н = \frac{GH}{102 \cdot 3600 \eta_н} , \qquad (5.11)$$

где G – расход теплоносителя, кг/ч;

H – напор создаваемый насосом, м;

$\eta_н$ – КПД насосной установки.

5.11. Мощность электродвигателя для привода компрессора, кВт, определяется по формуле:

$$N_к = G_к RT \ln \frac{P_2}{P_1} / \eta_к , \qquad (5.12)$$

где $G_к$ – производительность компрессора, кг/с;

R – удельная газовая постоянная,равная 287 Дж /(кг.°К);

T – температура , °К;

P_1 , P_2 – соответственно начальное и конечное давления газа, Мпа:

$\eta_к$ – КПД компрессорной установки.

5.12. Мощность электродвигателей, кВт, для привода механизмов транспортеров определяется по формулам:

горизонтального ленточного транспортера без промежуточных сбрасывателей

$$N_Т = \frac{G_Т}{l_Т 367 \eta_т} , \qquad (5.13)$$

где $G_Т$ – производительность транспортера, т/ч;

$l_Т$ – рабочая длина транспортера, м;

где $N_{ср.а}$, $N_н$ – соответственно средняя активная и номинальная мощность, кВт.

Для группы приемников, имеющих различные режимы работы, определяется средневзвешенный коэффициент использования активной мощности по формуле:

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{срi} Z_i}{\sum_{i=1}^{n} N_н Z_н}, \qquad (5.4)$$

где $N_н$ – средневзвешенная номинальная мощность группы электрооборудования, кВт;

$Z_ч$ – период времени, к которому отнесены номинальные величины мощности,ч;

Z_i – полезное время работы каждого элемента электрооборудования за планируемый период,ч.

5.6. Количество электроэнергии, требуемое на топливоприготовление, топливоподачу золошлакоудаление, кВт.ч, при отсутствии данных для расчета оценивается по формуле:

$$Э_т = Э_{уд.т} Q_{отп} Z_т, \qquad (5.5)$$

где $Э_{уд.т}$ – удельный расход электроэнергии на топливоприготовление, топливоподачу и золошлакоудаление, кВт.ч/МВт (кВт.ч/Гкал), принимается по табл. 1 Прил. 4;

$Q_{отп}$ – максимальная мощность котельной по отпуску теплоты, МВТ(Гкал/ч);

$Z_т$ –продолжительность работы оборудования в планируемом периоде, ч.

5.7. Мощность электродвигателя для привода вентиляторов и дымососов, кВт, определяется по формуле:

$$N_{в(д)} = \frac{VH}{102\eta}, \qquad (5.6)$$

где V – производительность вентилятора (дымососа), м^3/с;

H – полное давление, создаваемое вентилятором (дымососом), мм.вод.ст.;

η – КПД установки, принимается по паспортным данным.

5.8. Удельная производительность тягодутьевых установок, м^3/ГДж (м3/Гкал), определяется по формулам:

для вентилятора

$$V_в = BV_o^в a_т \frac{273 + t_{хв}}{273} \frac{101.3}{h_{бар}}; \qquad (5.7)$$

для дымососа

$$V_г = B^г V_o a_{ух} \frac{273 + t_{ух}}{273}, \qquad (5.8)$$

где $V_o^в$ – теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания 1м3 (1 кг) топлива, нм3/м3 (нм3/кг), принимается по табл.2 Прил. 4;

V_o – теоретический объем продуктов сгорания, нм3/м3 (нм3/кг), принимается по табл. 2 Прил. 4;

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОТЫ

6.1. Количество воды на коммунальных теплоэнергетических предприятиях, требуемое для выработки теплоты, слагается из расходов на разовое наполнение систем отопления, вентиляции, трубопроводов тепловых сетей, расходов на подпитку системы теплоснабжения, собственные нужды котельной:

$$V = V_d + V_{подп} + V_{сн} + \sum_{i=1}^{n} V_{отi} \ ; \qquad (6.1)$$

где V_d – объем воды на заполнение тепловой сети, м^3;

$V_{подп}$ – объем воды на подпитку системы теплоснабжения, м^3;

$V_{сн}$ – объем воды на собственные нужды, м^3;

$V_{отi}$ – объем воды на заполнение системы отопления i –го потребителя, м^3;

n – количество потребителей.

6.2. Объем воды на наполнение систем отопления, м^3, присоединенных потребителей определяется по показаниям приборов учета, а при их отсутствии по формуле:

$$V_{от} = \sum_{i=1}^{n} \nu Q_{оi} \qquad (6.2)$$

где ν – удельный объем воды, м^3/ МВт [м^3/(Гкал/ч)], определяется в зависимости от характеристики системы и расчетного графика температур по табл. 1 Прил. 5;

$Q_{оi}$ – максимальный тепловой поток на отопление i-го потребителя, МВт (Гкал/ч);

n – количество систем отопления.

Объем воды в отдельных элементах системы отопления приведен в табл.2 Прил. 5.

6.3. Объем воды на наполнение местных систем горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения определяется из расчета 5,2 м^3/МВт [6 м^3/(Гкал/ч)] среднечасовой расчетной мощности горячего водоснабжения.

6.4. При отсутствии данных о типе нагревательных приборов допускается принимать ориентировочно удельный объем воды на наполнение местных систем отопления зданий по всему объему в размере 25,9 м^3/МВт [30 м^3/(Гкал/ч)] суммарного расчетного часового расхода теплоты на отопление и вентиляцию.

6.5. Объем воды для наполнения трубопроводов тепловых сетей, м^3, вычисляется в зависимости от их площади сечения и протяженности по формуле:

$$V_{сети} = \sum_{i=1}^{n} \nu_{di} l_{di} \ ; \qquad (6.3)$$

где ν_{di} – удельный объем воды в трубопроводе i-го диаметра протяженностью 1 м, м^3/м, принимается по табл. 3 Прил. 5;

l_{di} – протяженность участка тепловой сети i-го диаметра, км;

n – количество участков сети.

Число наполнений определяется графиком работ по ремонту и испытаниям тепловых сетей.

6.6. Общий удельный объем воды на заполнение местных систем и наружных тепловых сетей ориентировочно допускается принимать в размере 34,5-43,1 м^3/МВт[40-50 м^3/(Гкал/ч)] расхода отпущенной теплоты.

6.7. Количество подпиточной воды для восполнения потерь теплоносителя в системах теплопотребления и трубопроводах тепловой сети должно соответствовать величинам утечек для закрытой системы теплоснабжения, для открытой системы теплоснабжения дополнительно и количеству воды, отобранной для нужд горячего водоснабжения.

При эксплуатации с учетом возможных колебаний утечки в течение года в зависимости от режимных условий работы системы теплоснабжения норма утечки воды для закрытой системы принимается равной 0,0025/ ч от объема воды в трубопроводах тепловых сетей и непосредственно присоединяемых к ним местных систем отопления и вентиляции зданий.[17].

Расход воды на подпитку , м^3/ч, составит:
для закрытой системы теплоснабжения

$$G_{подп}^{закр} = 0{,}0025V \quad , \tag{6.4}$$

где V - объем воды в трубопроводах тепловых сетей и непосредственно присоединенных местных систем отопления и вентиляции, м^3.
для открытой системы теплоснабжения

$$G_{подп}^{закр} = 0{,}0025V + G_{hm} \quad , \tag{6.5}$$

где G_{hm} – среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение, м^3/ч, определяется по формуле:

$$G_{hm} = \sum_{i=1}^{n} (g_{uti}^{h} m_i / \tau_i) \quad , \tag{6.6}$$

где g_{uti}^{h} – норма расхода горячей воды для потребителя в сутки, м^3/сутки, определяется по табл. 21 Прил. 1;

m_i – количество потребителей с нормой расхода горячей воды g_{uti}^{h};

τ_i – продолжительность действия системы горячего водоснабжения в сутки , ч;

n – количество различных потребителей.

6.8. Количество воды, потребное для возмещения утечки, м^3, определяется по формуле:

$$V_{подп} = G_{подп} Z_{подп} \quad , \tag{6.7}$$

где: $Z_{подп}$ – продолжительность планируемого периода подпитки с расходом $G_{подп}$, ч.

6.9. Для плановых расчетов количества воды, необходимого для выработки теплоты котельными, работающими только на отопление и вентиляцию, можно пользоваться укрупненными нормативами расхода воды на разовое наполнение и подпитку систем отопления и наружных тепловых сетей в размере 0,1-0,12 м^3/ГДж (0,4-0,5 м^3/Гкал).

6.10. Расход воды на продувку определяется качеством воды, подаваемой в котел, и в каждом случае должен рассчитываться в соответствии с конкретными

условиями. В общем случае расход воды на **продувку, кг/ч, определяется по формулам:**

$$G_{пр} = \frac{G_k K_k + G_д K_д}{K_{кв} - K_д} \quad ; \tag{6.8}$$

$$G_{пр} = \frac{Д_k K_k + G_д (K_д - K_k)}{K_{кв} - K_д - K_{кк}} \; ; \tag{6.9}$$

$$G_{пр} = \frac{Д_k K_д}{K_{кв} - K_д} \; ; \tag{6.10}$$

$$G_{пр} = \frac{(G_k K_k + G_д K_д - Д_п K_п}{K_{кв} - K_д + b(K_д - K_п)} \; ; \tag{6.11}$$

$$G_{пр} = \frac{(Д_{пер} + Д_{нас})(S_{пв} - S_п)}{S_{кв} - S_{пв}} \; , \tag{6.12}$$

в формулах (6.9) –(6.12:

G_k - расход возвращаемого конденсата, кг/ч;

$G_д$ – расход добавляемой химически очищенной воды, кг/ч;

$Д_п$ – паропроизводительность котла, кг/ч, принимается из технической характеристики или по испытаниям);

$K_к, K_д, K_п$ – характеристика (щелочность или сухой остаток) соответственно конденсата, добавляемой воды и пара, г-экв/кг или г/кг;

$K_к$ – характеристика установленной концентрации в котловой воде, г-экв/кг или г/кг;

b – количество отсепарированного пара в долях от расхода продуваемой воды;

$Д_{пер}, Д_{нас}$ – производительность котла соответственно по перегретому и насыщенному пару, кг/ч;

$S_{пв}, S_{кв}, S_п$ – солесодержание или щелочность соответственно питательной воды, котловой воды, пара, мг-экв/л, определяется химическим анализом.

Величины $K_к$, $K_п$, b – устанавливаются теплотехническими испытаниями котлоагрегата.

6.11. При отсутствии данных для расчета расход воды на продувку, кг/ч, определяется ориентировочно по формуле:

$$G_{пр} = \frac{3{,}6 K_{пр} Q_{ок} 10^{-3}}{I_{кв} - I_{пв}} \; ; \tag{6.13}$$

$$\left[G_{пр} = \frac{K_{пр} Q_{ок} 10^{-3}}{I_{кв} - I_{пв}} \right] \; , \tag{6.13а}$$

где $K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий расход тепла на продувку, принимается по табл.7 Прил. 2;

$Q_{ок}$ – номинальная производительность котельной, МВт/ (Гкал/ч);

$I_{кв}$, $I_{пв}$ – энтальпия соответственно котловой воды при температуре насыщения и питательной воды, кДж/кг (ккал/кг).

Требуемое количество воды на продувку, кг, определяется:

$$V_{пр} = G_{пр} Z_{пр} \ , \qquad (6.14)$$

где $Z_{пр}$ – продолжительность продувки, ч.

6.12. Общее количество воды на нужды водоподготовки, м^3, определяется по формуле:

$$V_{ВД} = \sum_{i=1}^{p} V_{фi} n_i m_i + V_{вып} \ , \qquad (6.15)$$

где $V_{фi}$ – количество воды, требуемое для i-го фильтра, м^3, определяется по табл.4. 5 Прил. 5;

n_i – количество одинаковых фильтров;

m_i – количество процессов взрыхления и регенерации для i –го фильтра;

p – количество разных фильтров;

$V_{вып}$ – количество воды, выпариваемое в деаэраторе (при отсутствии охладителя выпара), м^3, определяется по формуле:

$$V_{вып} = 0{,}004 G_Д Z_Д \ , \qquad (6.16)$$

где $G_Д$ – производительность деаэратора, м^3/ч;

$Z_Д$ – продолжительность работы деаэратора, ч.

6.13. При отсутствии данных общее количество воды на водоподготовку может быть найдено по укрупненным данным по формуле:

$$V_{ВД} = v_{ХВО} K_{вз} G_{ХВО} + V_{вып} \ , \qquad (6.17)$$

где $G_{ХВО}$ – производительность ХВО, т/ч;

$v_{ХВО}$ – удельный расход воды на собственные нужды ХВО, т исходной воды на 1 т химически очищенной воды, в зависимости от общей жесткости воды принимается по табл.2 Прил. 2;

$K_{вз}$ – поправочный коэффициент, принимаемый равным 1 при наличии бака взрыхления и 1.2 при его отсутствии.

6.14. Расход воды на хозяйственно–питьевые нужды, м^3/ч, определяется по формуле:

$$G_х = (a_д N_д K_д + aM)/24 \ , \qquad (6.18)$$

где $a_д$ – норма расхода воды на одну душевую сетку, принимается 0,5 м^3/сутки;

$N_д$ – количество душевых сеток;

$K_д$ – коэффициент использования душевых за 1ч наибольшего водопотребления, определяется практическим путем, при отсутствии данных принимается равным 0.5;

a – норма расхода воды на 1 человека в смену, при отсутствии данных принимается равной 0.045 м^3/(сут.чел.);

M – численность работающих в сутки, чел.

Количество воды, расходуемой на хозяйственно–питьевые нужды, м^3, определяется по формуле:

$$V_x = (a_q N_q K_q + aM)Z, \qquad (6.19)$$

где Z – продолжительность планируемого периода, сут.

6.15. При отсутствии данных для расчета расход воды на хозяйственно-питьевые нужды котельной (души, умывальники, охлаждение подшипников, вращающихся механизмов и пр.) ориентировочно принимается 2-3 м^3/сут. на 1 т производительности котлов.

6.16. На систему шлакозолоудаления используют воду после промывки фильтров, из душевых и умывальников и другую загрязненную на производстве воду. Удельные количества воды на системы шлакозолоудаления, м^3 /т шлака и золы, приведены в табл.6 Прил. 5.

6.17. Удельные потери воды на паровое распыливание мазута принимаются 0,3 для напорных форсунок и 0,02-0,03 кг/кг мазута для паромеханических форсунок.

6.18. Количество воды, требуемой на обмывку котлов, кг, определяется по формуле:

$$G_{обм} = Q_{обм} / C_B(t_г - t_{хв}) . \qquad (6.20)$$

где $Q_{обм}$ – количество теплоты, затраченное на обмывку котлов, ГДж (Гкал), определяется в соответствии с разделом 3;

$t_г, t_{хв}$ – соответственно температура горячей и исходной воды, °С.

6.19. Для отопительных котельных при закрытой системе теплоснабжения потребное количество воды, м^3, ориентировочно может быть определено по формуле:

$$V = g\rho Q_{кот} K_м Z \ . \qquad (6.21)$$

где g – удельный расход воды, т/ч.МВт, принимается по табл. 7 Прил. 5;

ρ – плотность воды, т/м3, принимается по табл 19 Прил. 1;

$Q_{кот}$ – тепловая мощность котельной, МВт (Гкал/ч);

$K_м$ – коэффициент использования максимума нагрузки;

Z – продолжительность котельной в планируемом периоде, ч.

При открытой системе теплоснабжения к принятому по формуле (6.21) значению следует добавить количество воды на горячее водоснабжение за расчетный период, при наличии мокрого золоулавливания и гидрозолоудаления следует учесть и этот расход.

6.20. Примеры расчетов.

Пример 1. Определить количество воды, необходимое для наполнения и подпитки тепловых сетей и присоединенных к ним систем отопления зданий, получающих тепло от котельной, работающей по режиму 150-70°С. Система теплоснабжения закрытая.

Годовая выработка теплоты котельной 25122 ГДж (6000 Гкал), расчетный расход теплоты 2,984 МВт (2,75 Гкал/ч). Протяженность тепловой сети 800 м, из них 200 м диаметром 150 мм и 600 м диаметром 108 мм. Здания оборудованы чугунными радиаторами высотой 500 мм, температурный график отопления 95-70°С.

Продолжительность отопительного периода 182 сут., расчетная температура наружного воздуха –25°С, средняя температура наружного воздуха за отопительный период –3,4°С.

1. Определяем количество воды, требуемое для заполнения систем отопления по формуле (6.2). Предварительно находим удельный объем воды в местных системах отопления зданий при перепаде температур в системе отопления 95-70оС по табл. 1 Прил. 5 равным 16,8 м3/МВт:

$$V_{пот} = 16,8 \times 2,984 = 50,131 м^3.$$

2. Определяем количество воды, требуемое для заполнения наружных тепловых сетей по формуле (6.3), используя данные табл. 3 Прил. 5.

$$V_{сети} = 0,2x17,66 + 0,6x7,85 = 8,242 м3$$

3. Рассчитаем количество подпиточной воды в соответствии с нормой подпитки по формулам (6.4) и (6.7) .

$$V_{подп} = 0,0025 (50,131 + 8,242) 24 \times 182 = 637,433 м^3.$$

4. Находим общее количество воды на заполнение и подпитку системы теплоснабжения:

$$V = 50,131+8,242+637,433=695,806 м^3.$$

Пример 2. Определить количество воды на нужды котельной с годовой выработкой тепла 12561 ГДж (3000 Гкал) .

Расчет ведем по укрупненным данным в соответствии с п.6.9..принимая удельное количество воды в среднем 0,11 $м^3$/ГДж.

Общее количество воды для годовой выработки тепла составит:

$$V = 0,11x12561 = 1381,71 м^3.$$

Пример 3. Определить годовое количество воды на собственные нужды химводоочистки и на выпар деаэратора. Химводоочистка оборудована двумя натрий-катионитовыми фильтрами диаметром 1000 мм. Регенерация фильтров производится 2 раза в сутки. При взрыхлении фильтров используется отмывочная вода. Производительность деаэратора 153 $м^3$/ч. Продолжительность работы отделения водоподготовки 350 сут.

1. Находим расход воды на взрыхляющую промывку по табл. 5 Прил. 5 равным 2,1 $м^3$ и на регенерацию фильтра 7.3 $м^3$.

2. Находим требуемое годовое количество воды по формуле (6.15):

$$V = (2,1+7,3)2x2x350 +0,004x153x350x24 =18300.8 м^3.$$

Пример 4. Определить расход воды за год на бытовые нужды котельной, работающей в три смены в течение 350 дней в году. Численность работающих в первой смене 8, во второй – 4, в третьей – 3 чел. Бытовые помещения оборудованы душем с двумя душевыми сетками. Коэффициент использования душевых 0,5.

Расчет ведем по формуле (6.18).

$$V = [0,5x2x0,5x3 + 0.045(8+4+3)]350 = 761,25 м^3.$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблицы для определения количества потребляемой теплоты

Таблица 1

Средняя температура внутреннего воздуха для зданий различного назначения

Наименование здания	Средняя температура внутреннего воздуха $t_в$, °С
Гостиницы, общежития, административные здания	18-20
Детские сады, ясли, поликлиники, амбулатории, диспансеры, больницы	20
Высшие и средние специальные заведения, общеобразовательные школы, школы-интернаты, лаборатории, предприятия общественного питания, клубы, дома культуры	16
Театры, магазины, пожарные депо, прачечные	15
Кинотеатры	14
Гаражи	10
Бани	25

Примечание. Средняя температура внутреннего воздуха для зданий принята по данным проектов общественных зданий и учреждений обслуживания.

Таблица 2

Поправочный коэффициент, учитывающий район строительства здания

t_o, °С	0	-5	-10	-15	120	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
α	2.05	1.67	1.45	1.29	1.17	1.08	1.0	0.95	0.90	0.85	0.82	0.80

Таблица 3

Удельные отопительные характеристики жилых зданий, построенных до 1930 г.

Объем здания по наружному обмеру $V_н$, м^3	Удельная отопительная характеристика здания q_o, построенного до 1930 г., Вт/(м^3.°С) [ккал/(ч.м^3.°С)], для районов с наружной температурой воздуха t_o		
	ниже –30	от –20 до –30	выше –20
500–2000	0.430(0.370)	0.477(0.410)	0.523(0.450)
2001–5000	0.326(0.280)	0.349(0.300)	0.442(0.380)
5001–10000	0.279(0.240)	0.308(0.265)	0.331(0.285)
10001–15000	0.244(0.210)	0.267(0.230)	0.291(0.250)
15001–25000	0.227(0.195)	0.244(0.210)	0.267(0.230)
Более 25000	0.215(0.185)	0.227(0.195)	0.250(0.215)

Таблица 4

Удельная отопительная характеристика q_o для жилых зданий постройки 1930-1958 г.г. и после 1958 г.

Объем здания по наружному обмеру $V_н$, м^3	Удельная отопительная характеристика здания q_o, Вт/(м^3.°С) [ккал/(ч.м^3.°С)], для районов с расчетной температурой наружного воздуха t_o = -30 °С, постройки	
	1930–1958 г.г.	после 1958 г.
1	2	3
100	0.861(0.74)	1.07(0.92)
200	0.768(0.66)	0.954(0.82)
300	0.721(0.62)	0.907(0.78)
400	0.698(0.60)	0.861(0.74)
500	0.675(0.58)	0.826(0.71)
600	0.651(0.56)	0.802(0.69)
700	0.628(0.54)	0.791(0.68)
800	0.616(0.53)	0.779(0.67)
900	0.605(0.52)	0.768(0.66)
1000	0.593(0.51)	0.756(0.65)
1100	0.593(0.50)	0.721(0.62)
1200	0.570(0.49)	0.698(0.60)
1300	0.558(0.48)	0.686(0.59)
1400	0.547(0.47)	0.675(0.58)
1500	0.547(0.47)	0.663(0.57)
1700	0.535(0.46)	0.640(0.55)
2000	0.523(0.45)	0.616(0.53)
2500	0.512(0.44)	0.605(0.52)
3000	0.500(0.43)	0.582(0.50)
3500	0.488(0.42)	0.558(0.48)
4000	0.465(0.40)	0.547(0.47)
4500	0.454(0.39)	0.535(0.46)
5000	0.442(0.38)	0.523(0.45)
6000	0.430(0.37)	0.500(0.43)
7000	0.419(0.36)	0.488(0.42)
8000	0.407(0.35)	0.477(0.41)
9000	0.395(0.34)	0.465(0.40)
10000	0.384(0.33)	0.454(0.39)
11000	0.372(0.32)	0.442(0.38)
12000	0.361(0.31)	0.442(0.38)
13000	0.349(0.30)	0.430(0.37)
14000	0.349(0.30)	0.430(0.37)
15000	0.337(0.29)	0.430(0.37)
20000	0.326(0.28)	0.430(0.37)
25000	0.326(0.28)	0.430(0.37)
30000	0.326(0.28)	0.430(0.37)
35000	0.326(0.28)	0,407(0,35)

Продолжение табл. 4

1	2	3
40000	0,314(0.27)	0,407(0.35)
45000	0,314(0.27)	0,395(0.34)
50000	0,302(0.26)	0,395(0.34)

Примечание. Для расчетной наружной температуры, отличной от $t_o = -30$ °С, при определении удельных отопительных характеристик следует применять поправочный коэффициент α

Таблица 5

Удельная отопительная характеристика q_o жилых зданий по типовым проектам

Тип здания	Расчетная температура наружного воздуха t_o, °С	Объем здания $V_н$, м^3	Теплопотери, Вт(ккал/ч)	Удельная отопительная характеристика q_o, Вт/(м^3·°С) [ккал/(ч·м^3·°С)]
1	2	3	4	5
П 43/16	-26	24951	514743(442600)	0.469(0.403)
П 42/16	-26	28676	576336(495560)	0.457(0.393)
П 30-6/12	-26	22423	333130(286440)	0.337(0.290)
П 30-5/12	-26	33616	496752(427130)	0.336(0.289)
П 30-4/12	-26	22373	327245(281380)	0.333(0.286)
П 30-3/12	-26	33552	490867(422070)	0.333(0.286)
П 30-2/12	-26	33603	496752(427130)	0.336(0.289)
П 30-1/12	-26	22426	333130(286440)	0.337(0.290)
И-700Л	-25	49665	915886(787520)	0.429(0.369)
П 46-2/12в	-26	18373	150609(129500)	0.186(0.160)
П 55-4/12	-25	8422	190732(164000)	0.527(0.453)
П 55-2/12	-25	12279	264001(227000)	0.500(0.430)
П 44-1/16	-25	14600	232716(200100)	0.371(0.319)
П 44-4/16	-26	15820	300054(258000)	0.441(0.379)
1605АМ-04/120	-25	36149	627429(539500)	0.404(0.347)
П 3/16	-26	33710	483529(415760)	0.326(0.280)
П 31/12	-26	45430	707441(608290)	0.354(0.304)
П 47/12	-26	36547	560566(482000)	0.349(0.300)
П-68-01/160-2/78	-25	22828	393094(338000)	0.400(0.344)

Таблица 6

Удельные тепловые характеристики для отопления q_o и вентиляции q_v для общественных зданий

Наименование здания	Объем здания по наружному обмеру $V_н$, тыс. м^3	Удельная тепловая характеристика общественных зданий при t_o = -30°С Вт/(м^3.°С)[ккал/(ч.м^3.°С)]	
		для отопления q_o	для вентиляции q_v
1	2	3	4
Административные здания	До 5	0.500(0.43)	0.105(0.09)
	5.01 – 10	0.442(0,38)	0.093(0.08)
	10.01 – 15	0.407(0.35)	0.081(0.07)
	Более 15	0.372(0.32)	0.186(0.16)
Клубы	До 5	0.430(0.37)	0.291(0.25)
	5.01 – 10	0.384(0.33)	0.267(0.23)
	Более 10	0.349(0.30)	0.233(0.20)
Кинотеатры	До 5	0.419(0.36)	0.500(0.43)
	5.01 – 10	0.372(0.32)	0.454(0.39)
	Более 10	0.349(0.30)	0.442(0.38)
Театры	До 10	0.337(0.29)	0.447(0.41)
	10.01– 15	0.314(0.27)	0.465(0.40)
	15.01 – 20	0.256(0.22)	0.442(0.38)
	20.01 – 30	0.233(0.20)	0.419(0.36)
	Более 30	0.209(0.18)	0.395(0.34)
Универмаги, универсамы, магазины	До 5	0.442(0.38)	–
	5.01 – 10	0.384(0.33)	0.093(0.08)
	Более 10	0.361(0.31)	0.314(0.27)
Детские сады и ясли	До 5	0.442(0.38)	0.128(0.11)
	Более 5	0.395(0.34)	0.116(0.10)
Школы	До 5	0.454(0.39)	0.105(0.09)
	5.01 – 10	0.407(0.35)	0.093(0.08)
	Более 10	0.384(0.33)	0.08(0.07)
Лабораторные корпуса	До 5	0.430(0.37)	1.163(1.0)
	5.01 – 10	0.407(0.35)	1.105(0.95)
	Более 10	0.384(0.33)	1.047(0.90)
Высшие учебные заведения, техникумы, колледжи	До 10	0.407(0.35)	–
	10.01– 15	0.384(0.33)	0.116(0.10)
	15.01 – 20	0.349(0.30)	0.093(0.08)
	Более 20	0.279(0.24)	0.093(0.08)
Поликлиники, амбулатории, диспансеры	До 5	0.465(0.40)	–
	5.01 – 10	0.419(0.36)	0,291(0.25)
	10.01 – 15	0.372(0.32)	0,267(0.23)
	Более 15	0.349(0.30)	0.256(0.22)
Больницы	До 5	0.465(0.40)	0,337(0.29)
	5.01 – 10	0.419(0,36)	0.326(0.28)
	10.01 – 15	0.372(0.32)	0,302(0.26)
	Более 15	0.349(0.30)	0,291(0.26)

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
Бани	До 5	0,326(0,28)	1,163(1,0)
	5,01 – 10	0,291(0,25)	1,105(0,95)
	Более 10	0,267(0,23)	1,047(0,90)
Прачечные	До 5	0,442(0,38)	0,930(0,80)
	5,01 – 10	0,384(0,33)	0,907(0,78)
	Более 10	0,361(0,31)	0,872(0,75)
Гостиницы	До 5	0,500(0,43)	0,377(0,32)
	5,01 – 10	0,442(0,38)	0,335(0,29)
	10,01 – 15	0,407(0,45)	0,293(0,25)
	Более 15	0,372(0,32)	0,754(0,65)
Предприятия общественного питания, фабрики-кухни, рестораны, кафе	До 5	0,407(0,35)	0,814(0,70)
	5,01 – 10	0,384(0,33)	0,756(0,65)
	Более 10	0,349(0,30)	0,698(0,60)
Пожарные депо	До 2	0,558(0,48)	0,163(0,14)
	2,01 – 5	0,535(0,46)	0,105(0,09)
	Более 5	0,523(0,45)	0,105(0,09)
Гаражи	До 2	0,814(0,70)	–
	2,01 – 3	0,698(0,60)	–
	3,01 – 5	0,640(0,55)	0,814(0,70)
	Более 5	0,582(0,50)	0,756(0,65)

Примечание. Для других расчетных температур наружного воздуха $t_н$ при определении удельной отопительной характеристики q_o следует применять поправочный коэффициент α, значения которого приведены в табл.

Таблица 7

Удельные тепловые характеристики для отопления q_o и вентиляции q_v для производственных зданий

Наименование здания	Объем здания по наружному обмеру, тыс.м^3	Удельная тепловая характеристика производственного здания q_o при $t_н$ = –30°С, Вт/(м^3.°С)[ккал/(ч.м^3.°С)]	
		для отопления q_o	для вентиляции q_v
1	2	3	4
Цеха:			
чугунолитейный	10-15	0,35-0,29(0,3-0,25)	1,38-1,16(1,1-1,0)
	50-100	0,29-0,26(0,25-0,22)	1,16-1,05(1,0-0,9)
	100-150	0,26-0,21(0,22-0,18)	1,05-0,93(0,9-0,8)
металлитейный	5-10	0,47-0,41(0,40-0,35)	2,91-2,33(2,5-2,0)
	10-20	0,41-0,29(0,36-0,25)	2,33-1,74(2,0-1,5)
	20-30	0,29-0,23(0,25-0,20)	1,74-1,40(1,5-1,2)
термический	До 10	0,47-0,35(0,40-0,30)	1,51-1,40(1,3-1,2)
	10-30	0,35-0,29(0,30-0,25)	1,40-1,16(1,2-1,0)
	30-75	0,29-0,23(0,25-0,20)	1,16-0,70(1,0-0,6)

Продолжение табл.7

1	2	3	4
кузнечный	До 10	0,47-0,35(0,40-0,30)	0,81-0,70(0.7-0,6)
	10-50	0,35-0,29(0,30-0,25)	0,70-0,58(0.6-0,5)
	50-100	0,29-0,17(0,25-0,15)	0,58-0,35(0.5-0.3)
механосборочный. механический. слесарное отделение инструментального	5-10	0.64-0,52(0,40-0,30)	0,47-0,29(0.4-0.25)
	10-15	0,52-0,47(0,45-0,40)	0.29-0,17(0.25-0,15)
	50-100	0,47-0,44(0,40-0,36)	0,17-0,14(0.15-0,12)
деревообделочный	До 5	0.70-0.64(0.60-0.55)	0.70-0,58(0.6-0.5)
	5-10	0.64-0.62(0.56-0,45)	0.58-0.52(0.5-0.45)
	10-50	0.52-0.47(0.45-0.4)	0.52-0.47(0.45-0.4)
металлических конструкций	50-100	0,44-0,41(0.38-0.45)	0.62-0.52(0.53-0.45)
	100-150	0.41-0.35(0.35-0.30)	0.52-0.41(0.45-0.35)
покрытий (гальванических и др.)	До 2	0.76-0,70(0.66-0.60)	5.82-4.65(5.0-4.0)
	2-5	0,70-0.64(0.60-0,55)	4.65-3.49(4.0-3.0)
	5-10	0.70-0.58(0.65-0.60)	3,49-2.33(3.0-2.0)
ремонтный	5-10	0.70-0.58(0.65-0.60)	0.23-0.17(0.2-0.15)
		0.58-0.52(0.50-0.45)	0.17-0.12(0.15-0.1)
котельный	100-200	0,29(0,25)	0.70(0.60)
Котельные (отопительные и паровые)	2-5	0,12(0.10)	0.58-0.35(0.5-0.3)
	5-10	0.12(0.10)	0.58-0.35(0.5-0.3)
	10-20	0.09(0.08)	0,47-0.23(0.4-0.2)
Мастерские	5-10	0.58(0.50)	0.58(0.50)
	10-15	0,47(0.40)	0.35(0.30)
	15-20	0.41(0.35)	0.29(0.25)
	20-30	0.35(0.30)	0.23(0.20)
Насосные	До 0. 5	1.22(1.05)	–
	0,5-1	1.16(1.0)	–
	1-2	0.70(0.60)	–
	2-3	0.58(0.50)	–
Компрессорные	До 0.5	0.81-2.33(0.70-2,0)	–
	0.5-1	0,70-0.81(0.60-0.70)	–
	1-2	0.52-0.70(0.45-0.60)	–
	2-5	0.47-0.52(0.40-0.45)	–
	5-10	0.41-0.47(0.35-0.40)	
Газогенераторные	5-10	0.116(0,1)	2.09(1.8)
Регенерация масел	2-3	0.35-0.87(0.3-0.75)	0.58-0.70(0.5-0.6)
Склады химикатов. красок и т.п.	До 1	0,99-0.87(0.85-0,75)	–
	1-2	0.87-0.76(0.75-0,65)	–
	2-5	0.76-0.67(0.65-0,58)	0.76-0,67(0.65-0.58)

Продолжение табл.7

1	2	3	4
Склады моделей и главные магазины	1-2 2-5 5-10	0,93-0,81(0.8-0,7) 0,81-0,7(0,7-0,6) 0,7-0.52(0.6-0.45)	– – –
Бытовые и административно-вспомогательные помещения	0.5-1 1-2 2-5 5-10 10-20	0.70-0.52(0.60-0,45) 0.53-0.47(0.45-0.40) 0.47-0.38(0.40-0.33) 0.38-0.35(0.33-0.30) 0.35-0.29(0.30-0.25)	– – 0.16-0.14(0.14-0.12) 0.14-0.13(0.12-0.11) 0.13-0.12(0.11-0.10)
Проходные	До 0.5 0.5-2 2-5	1.51-1.40(0.30-1.20) 1.40-0.81(1.20-0.7) 0.81-0.64(0.70-0.55)	– – 0.17-0.12(0.15-0.1)
Казармы и помещения ВОХР	5-10 10-15	0.44-0.38(0.38-0.33) 0.38-0.36(0.33-0.31)	– –

Примечание. Для других расчетных температур наружного воздуха t_o при определении удельной отопительной характеристики q_o следует применять поправочный коэффициент a, значения которого приведены в табл. 2.

Таблица 8

Теплоотдача изолированных теплопроводов в подвалах и технических подпольях зданий (при коэффициенте эффективности изоляции 0.75)[12]

$t-t_{н.в}$ °С	Теплоотдача 1 м изолированной трубы, Вт/м (ккал/ч.м), при диаметре условного прохода, мм											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	13 11.2	16 13.8	20 17.2	24 20.6	27 23.2	33 28.4	40 34.4	45 38.7	53 45.6	65 55.9	76 65.4	105 90.3
55	15 12.9	18 15.5	22 18.9	27 23.2	30 25.8	36 31.0	45 38.7	51 43.9	60 51.6	73 62.8	86 74.0	118 101.5
60	16 13.8	20 17.2	24 20.6	30 25.8	34 29.2	41 35.3	50 43.0	57 49.0	67 57.6	88 75.7	96 82.6	132 113.5
65	18 15.5	22 18.9	27 23.2	34 29.2	37 31.8	45 38.7	55 47.3	63 54.2	75 64.6	91 78.3	106 91.2	146 125.6
70	20 17.2	24 20.6	30 25.8	36 31.0	41 35.3	50 43.0	60 51.6	69 59.3	83 71.4	100 86.0	116 99.8	160 137.6
75	22 18.9	27 23.2	33 28.4	40 34.4	44 37.8	55 47.3	65 55.9	75 64.5	90 77.4	109 93.7	127 109.2	175 150.5
80	24 20.6	29 24.9	35 30.1	43 37.0	48 41.3	59 50.7	71 70.1	81 69.7	98 84.3	119 102.3	137 117.8	189 162.5
85	26 22.4	31 26.7	38 32.7	47 40.4	52 44.7	63 54.2	77 66.2	88 75.7	106 91.2	128 110.1	148 127.3	204 175.4
90	28 24.1	34 29.2	41 35.3	50 43.0	56 48.2	67 57.6	83 71.4	95 81.7	113 97.2	137 117.8	159 136.7	219 188.3

Продолжение табл.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
95	30 25.8	36 31.0	44 37.8	53 45.6	60 51.6	72 61.9	89 76.5	101 86.9	121 104.1	147 126.4	170 146.2	234 201.2
100	32 27.5	38 32.7	47 40.4	57 49.0	64 55.0	77 66.2	95 81.7	108 92.9	129 110.9	156 134.2	181 155.7	250 215.0
105	34 29.2	41 35.3	50 43.0	61 52.5	68 58.5	82 70.5	101 86.9	115 98.0	137 117.8	166 142.8	193 166.0	266 228.8
110	36 31.0	44 37.8	52 44.7	65 55.9	72 61.9	87 74.8	108 92.9	122 104.9	145 124.7	176 151.4	205 176.3	282 242.5
115	38 32.7	47 40.4	55 47.3	69 59.3	76 65.4	92 79.1	114 98.0	129 110.9	154 132.4	186 160.0	217 186.6	299 257.1
120	40 34.4	49 42.1	58 49.9	72 61.9	80 68.8	98 84.3	120 103.2	136 117.0	163 140.2	197 169.4	229 196.9	315 270.9
125	42 36.1	51 43.9	61 52.5	76 65.4	84 72.2	103 88.6	127 109.2	144 123.8	171 147.1	207 178.0	241 207.3	332 285.5
130	44 37.8	53 45.6	64 55.0	80 68.8	88 75.7	108 92.9	133 114.4	151 129.9	180 154.8	217 186.6	253 217.6	348 299.3
135	47 40.4	56 48.2	67 57.6	84 72.2	93 80.8	113 97.2	140 120.4	158 135.9	189 162.5	228 196.1	265 227.9	365 313.9
140	49 42.1	59 50.7	71 61.1	87 74.8	98 84.3	119 102.3	145 124.7	165 141.9	198 170.3	238 204.7	278 239.1	

Таблица 9

Понижающий коэффициент на теплоотдачу стальных электросварных прямошовных труб К

Условный диаметр, мм	10	15	20	25	32	40	50
Коэффициент К	0.82	0.85	0.93	0.9	0.9	0.94	0.95

Таблица 10

Коэффициенты теплоотдачи для поверхностей $\alpha_в$ и $\alpha_н$[5]

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_в$, Вт/(м².°С) [ккал/(ч. м².°С)]	Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_н$, Вт (м².°С) [ккал/(ч. м².°С)
1	2	3	4
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \le 0.3$	8.7(7,5)	1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23(19,8)
		2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	17(14,6)
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a \ge 0.3$	7.6(6,5)	3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12(10.3)
3. Зенитных фонарей	9.9(8.5)	4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над теотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6(5.2)

Таблица 11

Поправочный коэффициент B

Продолжительность нахождения в помещении материала, изделий, одежды и транспортных средств	Значения коэффициента B		
	для несыпучих материалов и транспорта	для сыпучих материалов	для одежды
Для первого часа	0.5	0.4	0.35
Для второго часа	0.3	0.25	0.2
Для третьего часа	0.2	0.15	0.12

Таблица 12

Значения коэффициентов затенения светового проема Ψ_F и Ψ_s и относительного проникания солнечной радиации k_F и k_s соответственно окон и зенитных фонарей

№№ п.п.	Заполнение светового проема	Значение коэффициентов Ψ_F, Ψ_s, k_F, k_s			
		в деревянных или пластмассовых переплетах		в металлических переплетах	
		Ψ_F и Ψ_s	k_F и k_s	Ψ_F и Ψ_s	k_F и k_s
1	Двухслойное остекление с теплоотражающим покрытием на внутреннем стекле:				
	• двухслойные стеклопакеты в одинарных переплетах	0.80	0.57	0.90	0.57
	• двойное остекление в спаренных переплетах	0.75	0.57	0.85	0.57
	• двойное остекление в раздельных переплетах	0.65	0.57	0.80	0.57
2	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0.5	0.83	0.7	0.83
3	Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных переплетах	0.75	0.83	–	–

Таблица 13

Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов систем водяного отопления q
(вертикальных – верхняя, горизонтальных – нижняя строка)

$t-t_o$, °C	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1м трубы q, Вт/м, при $t-t_o$, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	10	15	16	17	17	18	18	20	21	21	22
		22	23	23	24	25	26	28	28	29	30
	15	20	21	21	22	23	24	24	25	26	28
		26	28	29	30	31	32	34	35	36	37
	20	23	24	25	26	28	29	31	32	34	35
		32	34	35	36	38	39	41	42	43	44
	25	31	32	34	35	36	37	38	41	42	43
		39	41	43	44	45	47	49	51	52	53
	32	39	41	43	44	45	47	50	51	52	54
		47	50	52	54	56	58	60	63	64	67
	40	51	53	56	58	60	63	65	67	69	72
		53	56	58	60	63	65	67	69	72	74
	50	56	58	60	63	65	67	69	72	74	77
		65	67	69	73	77	78	81	84	87	90
40	10	22	23	24	24	25	25	27	28	28	29
		31	32	32	34	35	36	37	38	39	41
	15	28	30	30	31	32	34	34	35	36	37
		38	39	41	42	43	44	44	46	47	49
	20	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46
		43	47	50	52	53	55	57	58	59	60
	25	44	46	47	49	51	52	53	55	56	58
		57	59	63	65	66	68	71	72	74	75
	32	56	58	60	61	64	65	67	68	71	73
		74	77	79	81	84	86	89	92	94	96
	40	64	66	58	70	72	74	77	78	80	82
		77	79	80	84	86	88	89	92	94	97
	50	79	82	85	87	88	93	95	97	100	103
		93	95	99	101	105	107	110	113	115	118
50	10	30	30	31	32	32	34	35	35	36	37
		41	42	32	44	45	46	47	49	50	50
	15	38	38	39	41	41	43	44	44	45	46
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	47	49	50	51	52	53	54	56	57	58
		63	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	59	60	62	64	65	67	68	70	72	73
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
	32	74	76	78	80	82	84	86	88	91	92
		91	92	94	96	99	101	103	106	108	112
	40	85	86	88	91	93	96	97	99	101	103
		100	102	106	108	110	113	116	118	121	124

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	50	106 122	108 125	111 129	114 132	117 135	120 138	123 141	125 144	128 148	131 151
60	10	38 52	38 52	39 53	41 54	42 56	42 57	43 58	44 59	44 60	45 62
	15	47 63	49 65	50 66	51 67	52 69	53 70	55 71	55 73	56 74	57 75
	20	59 77	61 79	63 80	64 81	65 83	66 85	67 86	68 88	70 89	72 92
	25	74 92	76 94	78 96	79 98	81 100	83 102	85 104	86 106	88 108	89 110
	32	94 114	96 115	98 118	100 121	102 123	105 125	106 128	108 130	110 132	113 135
	40	107 127	109 129	111 132	114 135	116 137	119 141	121 143	123 145	125 149	128 151
	50	134 155	137 157	141 160	143 164	146 167	149 171	152 174	156 177	158 182	162 185
70	10	46 63	48 64	49 65	49 66	50 67	51 68	52 70	52 71	53 73	55 73
	15	59 77	60 79	61 80	63 81	64 82	65 84	66 86	67 87	68 89	70 91
	20	74 93	75 95	77 96	78 97	80 100	81 102	83 103	84 105	86 107	87 108
	25	93 113	94 114	96 116	97 118	100 121	101 123	103 125	107 128	107 128	109 131
	32	117 138	119 141	121 143	123 145	125 148	128 151	130 153	133 156	135 159	137 162
	40	132 155	135 157	137 160	140 163	143 166	145 168	148 172	151 174	152 178	154 180
	50	165 187	167 191	171 194	174 198	178 202	180 205	185 208	187 213	191 215	194 218
80	10	56 75	57 75	58 78	58 79	59 80	60 81	61 82	63 84	64 85	65 86
	15	71 92	72 93	73 94	74 96	75 98	77 100	78 101	79 101	81 102	81 105
	20	88 109	89 111	92 114	93 115	94 117	96 120	98 121	99 123	101 125	102 127
	25	110 134	113 136	114 138	116 141	119 143	120 145	122 146	124 149	125 151	128 153
	32	139 164	142 166	144 170	146 172	149 174	151 178	153 180	156 182	158 186	162 188
	40	158 184	160 186	165 189	166 192	169 195	173 198	174 201	177 204	180 208	182 210
	50	196 223	200 227	203 230	207 235	210 238	214 242	217 246	221 250	224 253	228 257
90	10	65 87	66 88	67 91	68 91	70 93	71 93	72 95	72 96	73 97	74 99

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	15	82 107	84 108	86 110	87 112	88 114	89 115	91 117	92 119	93 120	94 122
	20	103 128	106 131	107 132	108 135	110 137	112 138	114 141	115 143	116 144	118 146
	25	130 156	131 158	134 160	136 163	137 164	138 167	139 170	142 172	146 175	148 177
	32	164 191	166 194	168 196	171 200	173 201	175 204	179 208	181 212	184 214	186 216
	40	186 214	188 217	190 220	194 223	196 227	200 229	202 232	206 236	208 238	212 242
	50	231 260	235 265	238 270	243 272	246 275	250 280	253 284	257 288	260 293	264 296
100	10	75 101	77 102	78 103	79 105	80 106	81 107	82 108	83 110	84 112	85 113
	15	95 122	97 124	99 126	100 128	100 129	101 131	102 134	103 135	105 136	106 138
	20	120 149	122 152	123 155	124 156	127 158	129 159	130 162	132 164	134 166	136 169
	25	149 180	150 182	152 186	154 188	157 191	159 194	162 195	164 199	166 200	167 203
	32	188 222	191 224	193 228	196 231	199 235	202 237	204 239	206 243	209 246	212 250
	40	214 246	217 250	220 253	223 257	227 260	230 265	233 267	236 271	239 274	242 278
	50	268 300	272 305	275 309	279 314	284 318	287 322	292 327	295 330	299 335	303 339
110	10	86 113	87 115	88 116	89 118	90 119	91 120	93 122	94 124	95 125	96 126
	15	108 139	109 140	110 142	111 144	113 145	115 147	116 149	117 151	118 153	120 154
	20	136 169	137 171	139 173	140 175	142 177	144 180	146 182	148 184	150 187	152 189
	25	169 205	172 208	174 211	176 214	178 216	180 219	182 221	184 224	187 227	189 230
	32	207 244	210 246	212 251	216 254	218 258	222 260	224 262	226 266	229 269	232 274
	40	235 271	239 275	242 278	245 282	249 286	253 291	256 293	259 297	262 300	265 304
	50	295 330	299 335	302 339	306 345	312 349	315 354	321 359	324 362	327 368	330 370
120	10	98 128	99 130	100 131	101 133	102 135	104 136	105 138	106 140	107 141	108 143
	15	122 156	123 158	124 160	126 162	128 164	129 166	130 168	132 170	134 172	135 173
	20	154 191	156 193	157 195	159 198	160 200	162 202	164 205	166 207	168 209	170 212

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
120	25	192 233	194 235	197 238	199 241	201 244	204 247	206 249	208 252	211 255	213 257
	32	226 266	229 269	231 273	234 276	237 280	240 282	242 284	244 288	247 291	251 295
	40	257 295	260 300	263 302	266 307	270 310	274 315	277 317	280 321	283 325	286 329
	50	321 360	326 366	329 369	333 375	338 379	341 383	347 388	350 391	354 397	358 401
130	10	97 131	100 132	101 133	102 135	103 136	104 137	105 138	106 141	107 143	108 144
	15	123 159	125 160	128 163	129 165	129 166	130 168	130 171	132 173	134 174	135 176
	20	156 194	158 197	159 200	160 201	163 203	166 204	167 208	169 210	171 212	173 215
	25	194 234	194 236	197 241	200 242	202 246	204 249	208 250	210 255	212 256	213 259
	32	244 289	248 290	249 295	253 298	256 303	259 304	261 306	264 311	367 314	270 319
	40	278 320	281 324	284 327	288 331	292 334	295 340	300 342	302 347	305 350	308 354
	50	348 390	352 395	355 400	360 405	365 409	369 414	374 419	378 422	382 428	386 432

Примечание. Теплоотдача труб принята: при d_y до 50 мм включительно для труб легких и обыкновенных; при d_y свыше 50 мм – для труб стальных электросварных прямошовных.

Таблица14

Коэффициенты теплопередачи отопительных приборов K_p

Тип нагревательных приборов	Коэффициент теплопередачи отопительного прибора K_p, Вт/(м^2.°С)[ккал/(ч.м^2.°С)] при температурном напоре прибора, °С			
	50-60	60-70	70-80	80-100
1	2	3	4	5
Радиаторы чугунные:				
средние	8,1(7,0)	8,7(7,5)	9,3(8,0)	9,9(8.5)
высокие	7,2(6,2)	7,4(6,4)	7,7(6,6)	7,9(6,8)
Радиаторы стальные :				
панельные	9,9(8,5)	10,5(9,0)	11,3(9.5)	11.6(10.0)
листотрубные	6,4(5,5)	7,7(6,0)	7,6(6.5)	8.1(7.0)
Трубы чугунные ребристые:				
в один ряд	5,2(4,5)	5,3(4,6)	5,6(4.8)	5.7(4.9)
в два ряда	4.8(4.1)	4,9(4.2)	5,0(4,3)	5,1(4.4)
в три ряда и более	4.2(3.6)	4.3(3.7)	4.4(3.8)	4.4(3.9)

Продолжение табл. 14

1	2	3	4	5
Регистры из стальных труб:				
в одну нитку, Dy ≤ 40 мм	13,4(11,5)	14,0(12.0)	14,5(12,5)	14,5(12,5)
то же, Dy=50–100 мм	11,6(10,0)	12,2(10.5)	12,8(11,0)	13,4(11,5)
то же. Dy ≥ 125 мм	11.6(10,0)	12,2(10.5)	12.2(10.5)	12.2(10,5)
Регистры из стальных труб:				
в две и более ниток	11,6(10,0)	12,8(11,0)	(13,411,5)	13,4(11,5)
Dy≤40мм	9,3(8.0)	10,5(9,0)	10,5(9,0)	10.5(9,0)
то же . Dy ≥ 50 мм				
Конвекторы без кожуха (типа КП, "Прогресс","Аккорд" и др.)	4.8(4,1)	4,9(4.2)	5,0(4.3)	5.1(4,4)
Конвекторы с кожухом типа:	4.8(4.1)	4,9(4.2)	5.0(4.3)	5.1(4,4)
"Универсал"	4.7(4,0)	5,8(5.0)	6,5(5,6)	7,8(6,7)
"Комфорт"				
Биметаллический прибор "Коралл"	5.9(5.1)	6,5(5.6)	7,2(6.2)	8.6(7,4)

Таблица 15

Удельный расход теплоносителя на отопление g_o при зависимой схеме присоединения систем отопления к тепловой сети.

Удельный расход теплоносителя g_o, кг/Вт [кг/ (ккал/ч)], при расчетной разности температуры теплоносителя $\Delta t_p = t_1 - t_2$, °С				
95-70	105-70	120-70	130-70	150-70
0,0344	0,02457	0,0172	0,0143	0,01075
0.040	0.02857	0.020	0.0167	0,0125

Таблица 16

Расчетные параметры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий [1]

Помещение	Расчетная температура воздуха в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		Приток	Вытяжка
1	2	3	4
Жилая комната квартир или общежитий	18(20)	–	3м³/ч на 1 м² жилых помещений
То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0.92) –31°С и ниже	20(22)	–	То же

Продолжение табл. 16

1	2	3	4
Кухня квартиры и общежития, кубовая: с электроплитами	18	–	Не менее 60 м³/ч
с газовыми плитами		–	Не менее 60 м³/ч при 2 – конфорочных плитах Не менее 75 м³/ч при 3 – конфорочных плитах Не менее 90 м³/ч при 4 – конфорочных плитах
Сушильный шкаф для одежды и обуви в квартирах	–	–	30 м³/ч
Ванная	25	–	25 м³/ч
Уборная индивидуальная	18		25 м³/ч
Совмещенное помещение уборной и ванной	25	–	50 м³/ч
То же, с индивидуальным нагревом	18	–	50 м³/ч
Умывальная общая	18	–	0,5 м³/ч
Душевая общая	25	–	5 м³/ч
Уборная общая	16	–	50 м³/ч на 1 унитаз и 25 м³/ч на 1 писсуар
Гардеробная комната для чистки, умывальная в общежитии	18	–	1,5 м³/ч
Вестибюль, общий коридор, прихожая, лестничная клетка в квартирном доме	16	–	–
Вестибюль, общий коридор, прихожая, лестничная клетка в общежитии	18	–	–
Помещение для культурно-массовых мероприятий, отдыха, учебных и спортивных занятий, помещения для администрации и персонала	18	–	1
Постирочная	15	По расчету, но не менее 4	7 м³/ч
Гладильная, сушильная в общежитиях	15	По расчету, но не менее 2	3 м³/ч
Кладовые для хранения личных вещей, спортивного инвентаря, хозяйственные и бельевые в общежитии	12	–	0,5 м³/ч
Палата изолятора в общежитии	20	–	1 м³/ч
Машинное помещение лифтов	5	–	По расчету, но не менее 0,5 м³/ч
Мусоросборочная камера	5	–	1 м³/ч (через ствол мусоропровода)

Примечания к табл.16: 1. В угловых помещениях квартир и общежитий расчетную температуру воздуха следует принимать на 2°С выше указанной в таблице.

2. В лестничных клетках домов для IV климатического района и III Б климатического подрайона, а также домов с квартирным отоплением расчетная температура воздуха не нормируется.

3. Температура воздуха в машинном помещении лифтов в теплый период года не должна превышать 40 °С.

4. Значения в скобках относятся к домам для престарелых и семей с инвалидами.

Таблица 17

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в детских дошкольных учреждениях [18]

Помещение	Расчетная температура воздуха, °С			Кратность обмена воздуха в 1 ч			
	в IА, IБ, IГ климатических подрайонах	в II, III климатических районах и IВ, IД климатических подрайонах	в IV климатическом районе	в IА, IБ, IГ климатических подрайонах		во всех климатических районах за исключением IА, Б, IГ подрайонов	
				приток	вытяжка	приток	вытяжка
1	2	3	4	5	6	7	8
Групповая, раздевальная 2-й группы раннего возраста и 1-й младшей группы	23	22	21	2.5	1.5	–	1.5
Групповые раздевальные:							
2-й младшей группы	22	21	20	2.5	1.5	–	1.5
средней и старших групп	21	20	19	2.5	1.5	–	1.5
Туалетные:							
ясельных групп	23	22	21	–	1.5	–	1.5
дошкольных групп	21	20	19	–	1.5	–	1.5
Буфетные	16	16	16	–	1.5	–	1.5
Залы для музыкальных и гимнастических занятий	20	19	18	2.5	1.5	–	1.5
Прогулочные веранды	12	–	–	По расчету, но не менее 20 м3/ч на 1 ребенка			
Помещения бассейна для обучения детей плаванию	30	30	30	По расчету, но не менее 50 м3/ч на 1 ребенка			

Таблица 18

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в зданиях школ, школ-интернатов и профессионально-технических учебных заведений [18]

Помещение	Расчетная температура воздуха, °С			Кратность обмена воздуха в 1 ч	
	IА, IБ, IГ климатические подрайоны	II, III климатические районы и IВ, IД климатические подрайоны	IV климатический район	приток	вытяжка
Классные помещения, учебные кабинеты, лаборатории	21	18	17	16 м³/ч на 1 чел.	
Учебные мастерские	17	15	15	20 м³/ч на 1 чел.	
Актовый зал – лекционная аудитория, класс пения и музыки – клубная комната	20	18	18	20 м³/ч на 1 чел.	
Кружковые помещения	21	18	17	–	1.5
Спальные комнаты школ-интернатов и интернатов при школах	18	16	16	–	1.5

Таблица 19

Плотность воздуха при нормальном атмосферном давлении 0,1 МПа (760 мм рт.ст.)

Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³	Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³	Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³	Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³	Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³	Температура, °С	Плотность ρ, кг/м³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-40	1.555	-22	1.405	-4	1.312	14	1.23	33	1.154	52	1.086
-39	1.51	-21	1.4	-3	1.308	15	1.226	34	1.15	53	1.083
-38	1.5	-20	1.396	-2	1.303	16	1.222	35	1.146	54	1.08
-37	1.495	-19	1.394	-1	1.298	17	1.217	36	1.142	55	1.076
-36	1.49	-18	1.385	0	1.293	18	1.213	37	1.139	56	1.073
-35	1.483	-17	1.379	1	1.288	19	1.209	38	1.135	57	1.07
-34	1.476	-16	1.374	2	1.284	20	1.205	39	1.132	58	1.067
-33	1.47	-15	1.368	3	1.279	21	1.201	40	1.128	59	1.063
-32	1.463	-14	1.363	4	1.275	22	1.197	41	1.124	60	1.06
-31	1.458	-13	1.358	5	1.27	23	1.193	42	1.121	61	1.057
-30	1.452	-12	1.353	6	1.265	24	1.189	43	1.117	62	1.054
-29	1.446	-11	1.348	7	1.261	25	1.185	44	1.114	63	1.051
-28	1.44	-10	1.342	8	1.256	26	1.181	45	1.11	64	1.048
-27	1.435	-9	1.337	9	1.252	27	1.177	46	1.107	65	1.044
-26	1.43	-8	1.332	10	1.248	28	1.173	47	1.103	66	1.041
-25	1.423	-7	1.327	11	1.243	29	1.169	48	1.1	67	1.038
-24	1.418	-6	1.322	12	1.239	30	1.165	49	1.096	68	1.035
-23	1.411	-5	1.317	13	1.235	31	1.161	50	1.093	69	1.032
						32	1.157	51	1.09	70	1.029

Таблица 20

Отношение количества тепла, теряемого с воздухом, уходящим через открытый проем наружу $Q'/Q_з$

Отношение площади проема к площади щелей $F=F_{пр}/F_{щ}$	Отношение количества тепла, теряемого с воздухом, уходящим через открытый проем наружу $Q'/Q_з$, при относительном расходе воздуха q					
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
10	0.25	0.18	0.16	0.06	0	–
20	0.38	0.26	0.20	0.13	0.06	0.02
30	0.42	0.34	0.27	0.20	0.12	0.06
40	0.50	0.43	0.35	0.26	0.18	0.11
50	0.60	0.51	0.42	0.34	0.24	0.16
60	–	0.60	0.59	0.40	0.30	0.20

Таблица 21

Нормы расхода горячей воды в средние сутки при температуре 55 оС (СНиП 2.04.01 -85*)

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода горячей воды, л		
		в средние сутки	в сутки наибольшего водопотребления	в час наибольшего водопотребления
1	2	3	4	5
1.Жилые дома квартирного типа с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные:	1 житель			
умывальниками, мойками и душами;		85	100	7.9
сидячими ваннами, оборудованными душами;		90	110	9.2
с ваннами длиной 1500-1700 мм, оборудованными с душами ,		105	120	10
жилые дома высотой св. 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству		115	130	10.9
2. Общежития:	1 житель			
с общими душевыми;		50	60	6.3
с душами при всех жилых комнатах;		60	70	8.2
с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания		80	90	7.5
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	1 житель	70	70	8.2
4. Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	1 житель	140	140	12
5. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % общего числа номеров:	1 житель			
до 25		100	100	10.4
до 75		150	150	15
100		180	180	16
6.Больницы:	1 койка			
с общими ваннами и душевыми		75	75	5,4

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5
с санитарными узлами, приближенными к палатам;	1 койка	90	90	7.7
инфекционные		110	110	9.5
7. Санатории и дома отдыха:	1 койка			
с ваннами при всех жилых комнатах		120	120	4.9
с душами при всех жилых комнатах		75	75	8.2
8.Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	5.2	6	1.2
9. Детские ясли-сады:	1 ребенок			
с дневным пребыванием детей				
со столовыми, работающими на полуфабрикатах		11.5	16	4.5
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		25	35	8
с круглосуточным пребыванием детей:				
со столовыми, работающими на полуфабрикатах		21.4	30	4.5
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		28.5	40	8
10.Пионерские лагеря:	1 место			
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами:		40	40	8
со столовыми, работающими на полуфабрикатах, и стиркой белья в централизованных прачечных		30	30	8
11.Прачечные:	1 кг сухого белья			
механизированные		25	25	25
немеханизированные		15	15	15

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5
12.Административные здания	1 работающий	5	7	2
13. Учебные заведения (в т.ч. высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	6	8	1.2
14. Лаборатории высших и средних специальных заведений	1 прибор в смену	112	130	21.6
15.Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах: то же с продленным днем	1 учащийся и 1 преподаватель в смену	3 3.4	3.5 3.1	1 1
16. Профессионально-технические училища с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 преподаватель в смену	8	9	1.4
17.Школы-интернаты с помещениями: учебными(с душевыми при гимнастических залах): спальными	1 учащийся и 1 преподаватель в смену 1 место	2.7 30	3.2 30	1 6
18. Научно-исследовательские институты и лаборатории: химического профиля биологического профиля физического профиля естественных наук	1 работающий	 60 55 15 5	 80 75 20 7	 8 8.2 1.7 1.7
19. Аптеки: торговый зал и подсобные помещения лаборатория приготовления лекарств	1 работающий	5 55	7 75	2 8.2

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5
20. Предприятия общественного питания:	1 условное блюдо	12,7	12,7	12,7
для приготовления пищи, реализуемой в обеденном зале		11,2	11,2	11,2
продаваемой на дом				
21. Магазины:				
продовольственные	1 работающий в смену (20 м² торгового зала)	65	65	9,6
промтоварные		5	7	2
22. Парикмахерские	1 рабочее место в смену	33	35	4,7
23. Кинотеатры	1 место	1,5	1,5	0,2
24. Клубы	1 место	2,6	3	0,4
25. Театры:				
для зрителей	1 место	5	5	0,3
для артистов	1 артист	25	25	2,2
26. Стадионы и спортзалы:				
для зрителей	1 место	1	1	0,1
для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	30	30	2,5
для спортсменов	1 спортсмен	60	60	5
27. Плавательные бассейны:				
для зрителей	1 место	1	1	0,1
для спортсменов	1 спортсмен	60	6	5
28. Бани:	1 посетитель			
для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе		–	120	120
то же с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе		–	190	190
		–		
		–		
душевая кабина			240	240
ванная кабина			360	360
29. Душевые в бытовых помещениях промышленных предприятий	1 душевая сетка в смену	–	270	270

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5
30. Цехи с тепловыделениями свыше. 84 кДж на 1 м^3/ч	1 чел. в смену	–	24	8,4
31. Остальные цехи	1 чел. в смену	–	11	4,4

Примечания: 1. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т.п.).

Потребление воды в групповых душевых и на ножные ванны в бытовых зданиях и помещениях производственных предприятий, на стирку белья в прачечных и приготовление пищи на предприятиях общественного питания, а также на водолечебные процедуры в водолечебницах, входящих в состав больниц, санаториев и поликлиник, надлежит учитывать дополнительно.

Настоящие требования не распространяются на потребителей, для которых установлены нормы водопотребления, включающие расход воды на указанные нужды.

2. Для водопотребителей гражданских зданий, сооружений и помещений, не указанных в настоящей таблице, нормы расхода воды следует принимать для потребителей, аналогичных по характеру водопотребления.

Таблица 22

Поправочный коэффициент к расходам тепла при различной продолжительности работы системы горячего водоснабжения

Продолжительность работы системы горячего водоснабжения в неделю, сут.	Поправочный коэффициент к расходам тепла при продолжительности работы системы горячего водоснабжения в сутки, ч		
	6-10	11-15	16-24
1	2	3	4
ЖИЛЫЕ ДОМА КВАРТИРНОГО ТИПА			
с умывальниками, мойками, душами			
4	0.65	0.74	0.79
5	0.69	0.80	0.86
6	0.72	0.85	0.93
7	0.76	0.91	1.0
с сидячими ваннами и душами			
4	0.72	0.79	0.83
5	0.75	0.84	0.89
6	0.77	0.88	0.94
7	0.80	0.93	1.0
с ваннами длиной 1500-1700 мм и душами			
4	0.76	0.82	0.85
5	0.78	0.80	0.90
6	0.80	0.90	0.95
7	0.83	0.94	1,0

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
при высоте здания более 12 этажей			
4	0,80	0,86	0,89
5	0.82	0,90	0,95
6	0,84	0,95	1.0
7	0,87	0,99	1.0
ОБЩЕЖИТИЯ с общими душевыми			
4	0.68	0,76	0.81
5	0.71	0,82	0.87
6	0.74	0,86	0,94
7	0.78	0,92	1.0
с общими душевыми, прачечными, столовыми			
4	0.65	0,74	0.79
5	0.68	0,80	0.86
6	0.72	0,85	0,93
7	0.75	0,91	1.0
ГОСТИНИЦЫ, МОТЕЛИ, ПАНСИОНАТЫ с общими ваннами и душами			
4	0.66	0,69	0,74
5	0,71	0,76	0,81
6	0,77	0,82	0,91
7	0,83	0,89	1.0
с ваннами и душами во всех номерах			
4	0,53	0,53	0,54
5	0,68	0,69	0,69
6	0,84	0,84	0,85
7	0,99	1.0	1.0
с ваннами и душами до 25 % от общего числа номеров			
4	0,63	0,65	0,69
5	0,70	0,74	0,78
6	0,79	0,825	0,895
7	0,87	0,92	1.0
с ваннами и душами до 75% от общего числа номеров			
4	0,56	0,57	0,59
5	0,68	0,71	0,72
6	0,82	0,835	0,835
7	0,95	0,97	1.0
САНАТОРИИ ОБЩЕГО ТИПА, ДОМА ОТДЫХА, БОЛЬНИЦЫ с общими ваннами и душами			
4	0,75	0,81	0,84
5	0,77	0,85	0,89
6	0,81	0,90	0,95
7	0,81	0,94	1.0
с ваннами при всех комнатах			
4	0,57	0,63	0,66
5	0,66	0,73	0,77

Таблица 23

Удельные тепловые потери трубопроводами системы горячего водоснабжения

Место и способ прокладки трубопровода	Удельные тепловые потери трубопроводами, Вт/ м (ккал/ч м), при диаметрах условного прохода, мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1	2	3	4	5	6	7	8
Главные подающие стояки при прокладке их в штрабе или коммуникационной шахте,изолированные	–	–	–	–	19,8(17,0) 25,4(21,8)	22,2(19,1) 28,5(24,5)	27,2(23,4) 34,9(30,0)
Водоразборные стояки без полотенцесушителей изолированные при прокладке в шахте сантехнической кабины, борозде или коммуникационной шахте	11,3(9,7) 14,9(12,8)	12,6(10,8) 16,5(14,2)	13,8(11,9) 18,3(15,7)	15,7(13,5) 20,7(17,8)	–	–	–
То же, с полотенцесушителями	–	20,7(17,8) 27,2(23,4)	24,1(20,7) 31,7(27,3)	29,4(25,3) 38,7(33,3)	–	–	–
Водоразборные стояки неизолированные при прокладке их в шахте сантехнической кабины, борозде, коммуникационной шахте или открыто в ванной комнате, кухне	24,1(20,7) 31,7(27,3)	29,7(25,5) 39,1(35,6)	35,1(30,2) 46,3(39,8)	44,0(37,9) 57,9(49,8)	–	–	–
Изолированные распределительные трубопроводы и подключающие участки стояков (подающие) :							

Продолжение табл. 23

1	2	3	4	5	6	7	8
в подвале и на лестничной клетке	15,7(13,5) 19,3(16,6)	17,4(15,0) 21,4(13,4)	19,2(16,5) 23,6(20,3)	21,9(18,8) 26,9(23,1)	24,2(20,8) 29,8(25,6)	27,2(23,4) 33,5(26,8)	33,3(26,8) 40,9(36,2)
на холодном чердаке	19,3(16,6) 22,9(19,7)	21,5(18,5) 25,5(21,9)	23,6(20,3) 28,0(24,1)	27,0(23,2) 32,0(27,5)	29,8(25,6) 35,4(30,4)	33,5(28,8) 39,8(34,2)	40,9(35,2) 48,6(41,8)
на теплом чердаке	13,5(11,6) 17,1(14,7)	15,1(13,0) 19,2(16,5)	16,6(14,3) 21,1(18,1)	19,6(16,3) 24,0(20,6)	20,8(17,9) 26,4(22,7)	23,5(20,2) 28,8(25,6)	28,6(24,6) 36,3(31,2)
Циркуляционные трубопроводы:							
в подвале изолированные	12,7(10,9) 16,3(14,0)	14,1(12,1) 18,1(15,6)	15,5(13,3) 19,9(17,1)	17,6(15,1) 22,6(19,4)	19,4(16,7) 25,0(21,5)	21,9(18,8) 28,1(24,2)	26,7(23,0) 34,4(29,6)
на теплом чердаке изолированные	10,5(9,0) 24,5(21,1)	11,6(10,0) 15,6(13,4)	12,8(11,0) 17,2(14,8)	14,7(12,6) 19,7(16,9)	16,0(13,8) 21,6(18,6)	18,1(15,6) 24,4(21,0)	22,2(19,1) 29,9(25,7)
на холодном чердаке изолированные	16,3(14,0) 19,9(17,1)	18,1(15,6) 23,2(19,1)	19,9(17,1) 24,3(20,9)	22,6(19,4) 27,6(23,7)	25,0(21,5) 27,6(23,7)	28,1(24,2) 34,4(29,6)	34,2(29,6) 42,1(36,2)
в помещениях квартиры неизолированные	23,3(20,0) 31,3(26,9)	28,6(24,6) 38,5(33,1)	34,0(29,2) 45,7(39,3)	42,6(36,6) 57,2(49,2)	50,0(43,0) 67,2(57,8)	60,5(52,0) 81,3(69,9)	83,7(72,0) 112,6(96,8)
на лестничной клетке неизолированные	27,3(23,5) 35,4(30,4)	33,6(28,9) 43,5(37,4)	39,8(34,2) 51,4(44,2)	49,2(42,8) 64,4(55,4)	58,5(50,3) 75,1(65,1)	70,7(60,8) 91,5(78,7)	98,3(84,5) 127,2(109,4)
Циркуляционные стояки при прокладке их в штрабе сантехнической кабины или ванной комнате изолированные	9,8(8,4) 13,4(11,5)	10,9(9,4) 15,0(12,9)	12,0(10,3) 16,4(14,1)	13,6(11,7) 18,6(16,0)	15,0(12,9) 20,6(17,7)	17,0(14,6) 23,3(20,0)	20,7(17,8) 28,4(24,4)

Продолжение табл. 23

1	2	3	4	5	6	7	8
Циркуляционные стояки при прокладке их в штрабе сантехнической кабины или ванной комнате изолированные	9,6(8,4) 13,4(11,5)	10,9(9,4) 15,0(12,9)	12,0(10,3) 16,4(14,1)	13,6(11,7) 18,6(16,0)	15,0(12,9) 20,6(17,7)	17,0(14,6) 23,3(20,0)	20,7(17,8) 28,4(24,4)
То же, неизолированные	21,6(18,6) 29,7(25,5)	26,7(23,0) 36,6(31,5)	31,5(27,1) 43,1(31,5)	39,5(34,0) 54,2(46,6)	46,5(40,0) 63,7(54,8)	56,2(48,3) 77,0(66,2)	78,2(67,2) 107,1(92,1)

Примечание. В числителе приведены потери 1 м трубопровода систем горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения, в знаменателе – к открытым системам теплоснабжения

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
6	0,75	0,84	0.89
7	0.84	0,94	1.0
ШКОЛЫ-ИНТЕРНАТЫ			
4	0.65	0,73	0.77
5	0.69	0,79	0.85
6	0.74	0,86	0.93
7	0.79	0,92	1.0
ДЕТСКИЕ ЯСЛИ–САДЫ *с дневным пребыванием детей*			
4	0.59	0,66	0.68
5	0.68	0,77	0.79

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
6	0,76	0.87	0.9
7	0.85	0.97	1.0
с круглосуточным пребыванием детей			
4	0.51	0,62	0.67
5	0.59	0.71	0.78
6	0.65	0.8	0.9
7	0.72	0.9	1.0

Таблица 24

Коэффициент, учитывающий потери тепла трубопроводами

Тип системы горячего водоснабжения	Коэффициент, учитывающий потери тепла , K_{mn}	
	при наличии наружных сетей горячего водоснабжения после ЦТП (на балансе потребителя)	без наружных сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками		
без полотенцесушителей	0.15	0.1
с полотенцесушителями	0,25	0,2
С неизолированными стояками		
без полотенцесушителей	0,25	0.2
с полотенцесушителями	0.35	0.3

Таблица 25

Значения коэффициента часовой неравномерности водопотребления k_r

Численность жителей	Коэффициент часовой неравномерности k_r	Численность жителей	Коэффициент часовой неравномерности k_r
1	2	3	4
150	5.15	2500	2,9

Продолжение табл. 25

1	2	3	4
250	4.5	3000	2,85
350	4.1	4000	2,78
500	3,75	5000	2,74
700	3.5	6000	2,7
1000	3,27	7500	2,65
1500	3,09	10000	2,6
2000	2,97	20000	2,4

Таблица 26

Удельный расход пара в прачечных

Тип оборудования	Удельный расход пара, кг на кг обрабатываемого белья
Бак для приготовления стиральных растворов	0.3
Стиральная машина загрузочной массой белья, кг:	
5	1.0
10	0.95
25	0.85
50	0.80
100	0,75
Каруселыная установка в машинах загрузочной массой 50 кг белья	1.15
Сушильный барабан загрузочной массой белья, кг:	
5	1.56
25	1.05
Сушильно-гладильные катки производительностью белья, кг/ч:	
25	1.0
50	0.86
100	0.82
Гладильный пресс производительностью белья, кг:	
15-18	1.0
2.5	1.0
Манекены для мужских рубашек:	
для рукавов	0.55
для манжет и рукавов	0.45
для корпуса	1.90

Примечание. Расход пара для стирального оборудования следует принимать с коэффициентом одновременности действия 0.8, а для сушильно-гладильного оборудования 1.0.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблицы для определения количества вырабатываемой теплоты

Таблица 1

Потери тепла при растопке водогрейных котлов

Тип водогрейного котла	Мощность котла, МВт (ккал/ч)	Потери тепла, ГДж(Гкал)
1	2	3
ПТВМ-50	58,1(50)	3,01(0,72)
ПТВМ-30	40,7(35)	4,52(1,08)
ТВГМ-30	40,7(35)	4,52(1,08)
КВГМ-50	58,1(50)	4,9(1,17)
КВГМ-30	34,9(30)	9,8(2,34)
КВГМ-20	23,3(20)	9,04(2,16)
КВГМ-10	11,6(10)	7,16(1,71)
ТВГ- 8м	9,3(8)	17,7(4,23)
ТВГ- 4п	4,7(4)	12,4(2,97)
ОРО – 3р	3,5(3)	9,42(2,25)
ОРО - 2	2,3(2)	9,42(2,25)
ОРО - 1	1,16(1)	7,91(1,89)
ЗИО - 60	1,0(0,9)	6,03(1,44)
"Минск-1" и др.	1,16(1)	7,91(1,89)
"Энергия", "Универсал" и др.	0,7(0,6)	4,9(1,17)

Таблица 3

Потери тепла изолированными баками

Характеристика стальных вертикальных цилиндрических баков-аккумуляторов	Плотность теплового потока через изоляцию, МВт (Гкал/ч)
D=4,73м, H=5,98м V=100м^3	0,0050(0,0043)
D=6,63м, H=5,98м V=200м^3	0,0079(0,0068)
D=7,58м, H=7,45м V=300м^3	0,0109(0,0094)
D=8,53м, H=7,45м V=400м^3	0,0127(0,0109)
D=10,43м, H=8,95м V=700м^3	0,0187(0,0161)
D=12,33м, H=8,95 V=1000^3	0,0239(0,0205)

Примечание. Размеры резервуаров приняты по данным института "Проектстальконструкция"

Таблица 2

Удельный расход воды на собственные нужды ХВО

Схема ХВО	Ионит	Удельный расход воды на собственные нужды ХВО, т исходной воды на 1 т химочищенной воды, при жесткости исходной воды (общая), мг-экв/кг										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na-катионирование	Сульфоуголь	0,031	0,047	0,063	0,078	0,094	0,11	0,125	–	–	–	–
	Катионит КУ-2	0,015	0,023	0,031	0,039	0,047	0,055	0,062	–	–	–	–
Н-катионирование с "голодной" регенерацией	Сульфоуголь	–	0,052	0,075	0,098	0,122	0,144	0,167	0,19	0,214	0,235	0,258

Примечание. Коэффициент на регенерацию воды определен на основании усредненных данных ВТИ и уточняется при проведении наладки ХВО.

Таблица 4

Температура подогрева мазута

Место подогрева	Температура подогрева мазута, °С, для марки мазута	
	М 46 – 60	М 80 – 100
1	2	3
В железнодорожных цистернах перед сливом	30	60
В приемной емкости и хранилищах	40-60	30-80
Перед форсунками:		
• механическими или паромеханическими	100	120
• воздушными низконапорными	90	110
• паровыми или воздушными высоконапорными	85	105

5

Время разогрева мазута

Марка мазута	Время разогрева мазута, ч	
	в холодное время года с 15.10 по 15.04	в теплое время года с 15.04 по 15.10
М 20	6	3
М 40	8	4
М60,М80,М100	10	4

Таблица 6

Расход пара для разогрева мазута

Мазут	Расход нормального пара, кг/т мазута, при типах форсунок		
	воздушных	паровых	механических
Флотский	46	243	36
Топочный М40	48	247	42
М100	34	239	39

Примечание. В норму расхода пара для паровых форсунок входит расход пара на распыление мазута.

Таблица 7

Нормативы расхода тепла на собственные нужды котельной

Составляющая расхода тепловой энергии на собственные нужды котельных	Норматив расхода тепла по элементам затрат, % номинальной нагрузки котельной		
	Газообразное топливо	Слоевые и факельно-слоевые топки	Жидкое топливо
1	2	3	4
Продувка паровых котлов паропроизводительностью, т/ч:			
до 10	0,13	0,13	0,13
более 10	0,06	0,06	0,06
Растопка котлов	0,06	0,06	0,06
Обдувка котлов	–	0,36	0,32
Дутье под решетку котла	–	2,5	–
Мазутное хозяйство	–	–	1,6
Паровой распыл мазута	–	–	4,5
Подогрев воздуха в калориферах	–	–	1,2
Эжектор дробеочистки	–	–	0,17
Технологические нужды химводоочистки, деаэрации; отопление и хозяйственные нужды котельной; потери тепла паропроводами, насосами, баками и т.п.; утечки, испарения при опробировании и выявлении неисправностей в оборудовании; неучтенные потери	2,2	2	1,7
ИТОГО	2,39-2,32	5,05-2,55	9,68-3,91

Примечания: 1. *Нормативы установлены при следующих показателях:*

величина продувки котлов производительностью 10 т/ч – 10%, свыше 10 т/ч – 5 %;

возврат конденсата 90-95%, температура возвращаемого конденсата 90°С;

температура добавочной химически очищенной воды 5°С;

марка мазута М 100, подогрев мазута от 5 до 105°С;

дробеочистка принята для котлов паропроизводительностью более 25 т/ч, работающих на сернистом мазуте, бурых углях и угле марки АРШ с расходом пара на эжектор 1500 кг/ч при давлении 1,37 Мпа (14 кгс/см2) и температуре 280-330 °С;

расход топлива на растопку принят исходя из следующего числа растопок в год: 6 после простоя длительностью до 12 ч, 3 – после простоя длительностью более 12 ч;

расход пара на калориферы для подогрева воздуха перед воздухоподогревателем предусмотрен для котлов паропроизводительностью 25 т/ч и выше и работающих на сернистом мазуте, бурых углях и угле марки АРШ.

2. При наличии резервного топлива в котельной следует дополнительно учесть расход тепла на подогрев топлива.

Таблица 8

Нормы плотности теплового потока для тепловых сетей, проложенных в непроходных каналах

Диаметр трубопровода, мм	Норма плотности теплового потока для двухтрубных водяных тепловых сетей при прокладке в непроходных каналах, Вт/м [ккал/(ч.м)]						
	для обратного трубопровода $t_o^{ср.г} = 50°C$	для подающего трубопровода $t_n^{ср.г} = 65°C$	суммарная для двухтрубной прокладки	для подающего трубопровода $t_n^{ср.г} = 90°C$	суммарная для двухтрубной прокладки	для подающего трубопровода $t_n^{ср.г} = 110°C$	суммарная для двухтрубной прокладки
1	2	3	4	5	6	7	8
32	23,2(20)	29,1(25)	52,3(45)	37,2(32)	60,5(52)	44,2(38)	67,4(58)
57	29,1(25)	36,1(31)	65,2(56)	46,5(40)	75,6(65)	54,7(47)	83,8(72)
76	33,7(29)	40,7(35)	74,4(64)	52,3(45)	86,0(74)	61,6(53)	95,3(82)
89	36,1(31)	44,2(38)	80,3(69)	57,0(49)	93,1(80)	66,3(57)	102,4(88)
108	39,5(34)	48,8(42)	88,3(76)	62,8(54)	102,3(88)	72,1(62)	111,6(96)
159	48,8(42)	60,5(52)	109,3(94)	75,6(65)	124,4(107)	87,2(75)	136,(117)
219	59,3(51)	72,1(62)	131,4(113)	91,9(79)	151,2(130)	105,8(91)	165,1(142)
273	69,8(60)	83,7(72)	153,5(132)	104,7(90)	174,5(150)	119,8(103)	189,6(163)
377	88,4(76)	–	–	124,4(107)	212,8(183)	146,5(126)	234,9(202)
426	95,4(82)	–	–	140,7(121)	236,1(203)	159,3()137	254,7(219)
478	105,8(91)	–	–	153,5(132)	259,3(223)	174,5(150)	280,3(241)
529	117,5(101)	–	–	165,1(142)	282,6(243)	186,1(160)	303,6(261)
630	132,6(114)	–	–	189,6(163)	322,2(277)	214,0(184)	345,6(298)

Примечания: 1. Расчетные среднегодовые температуры воды в водяных тепловых сетях 65,90,110°С соответствуют температурным графикам 95-70,150-70,180-70°С.

2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 9

Нормы плотности теплового потока для подземных тепловых сетей при бесканальной прокладке

Диаметр трубопровода, мм	Нормы плотности теплового потока для двухтрубных водяных тепловых сетей при бесканальной прокладке, Вт/м [ккал/(ч.м)]					
	для подающего трубопровода $t_n^{ср.}$ = 65°С	для обратного трубопровода $t_o^{ср.}$ = 50°С	суммарная для двухтрубной прокладки	для подающего трубопровода $t_n^{ср.}$ = 90°С	для обратного трубопровода $t_o^{ср.}$ = 50°С	суммарная для двухтрубной прокладки
1	2	3	4	5	6	7
32	22,0(19)	18,6(16)	40,6(35)	31,4(27)	18,6(16)	50,0(43)
57	27,9(24)	23,3(20)	51,2(44)	38,4(33)	23,3(20)	61,7(53)
76	30,2(26)	25,6(22)	55,8(48)	40,7(35)	25,6(22)	66,3(57)
89	32,6(28)	26,7(23)	59,3(51)	43,0(37)	25,6(22)	68,6(59)
108	34,9(30)	29,1(25)	62,8(54)	46,5(40)	29,1(25)	75,6(65)
133	38,4(33)	32,6(28)	71,0(61)	51,2(44)	32,6(28)	83,8(72)
159	40,7(35)	36,1(31)	76,8(66)	54,7(47)	33,7(29)	88,4(76)
219	47,7(41)	46,5(40)	94,2(81)	70,9(61)	46,5(40)	117,4(101)
273	62,8(54)	53,5(46)	116,3(100)	79,1(68)	51,2(44)	130,3(112)
325	69,8(60)	59,3(51)	129,1(111)	87,2(75)	58,2(50)	145,4(125)
377	-	-	-	96,5(83)	62,8(54)	159,3(137)
426	-	-	-	102,3(88)	67,5(58)	169,8(146)
478	-	-	-	108,2(93)	72,1(62)	180,3(155)
529	-	-	-	114,0(98)	76,8(66)	191,8(164)
630	-	-	-	131,4(113)	89,6(77)	221,0(190)

Примечание. См. примечание к табл.8

Таблица10

Нормы плотности теплового потока для теплопроводов, расположенных на открытом воздухе

Диаметр трубопровода, мм	Норма плотности теплового потока для теплопроводов, расположенных на открытом воздухе, Вт/м [ккал/(ч.м)], при средней температуре теплоносителя,°С					
	50	65	75	100	125	150
1	2	3	4	5	6	7
48	19,8(17)	23,3(20)	26,7(23)	32,6(28)	41,9(36)	51,2(44)
57	22,1(19)	27,9(24)	30,2(26)	38,4(33)	47,7(41)	57,0(49)
76	24,4(21)	30,2(26)	33,7(29)	43,0(37)	54,7(47)	65,1(56)
89	27,9(24)	33,7(29)	38,4(33)	47,7(41)	59,3(51)	70,9(61)
108	30,2(26)	37,2(32)	41,9(36)	53,5(46)	66,3(57)	77,9(67)
133	34,9(30)	41,9(36)	47,7(41)	59,3(51)	73,3(63)	86,1(74)
159	38,4(33)	46,5(40)	52,3(45)	66,3(57)	81,4(70)	95,4(82)
219	46,5(40)	57,0(49)	64,0(55)	81,4(70)	98,9(85)	115,1(99)
273	53,5(46)	65,1(56)	73,3(63)	91,9(79)	110,5(95)	127,9(110)
325	61,6(53)	74,4(64)	82,6(71)	102,3(88)	122,1(105)	141,9(122)
377	68,6(59)	82,6(71)	91,9(79)	114,0(98)	136,1(117)	157,0(135)
426	75,6(65)	89,6(77)	100,0(86)	123,3(106)	147,7(127)	171,0(147)
478	81,4(70)	97,7(84)	108,2(93)	133,7(115)	158,2(136)	181,4(156)
529	88,4(76)	104,7(90)	116,0(100)	144,2(124)	171,0(147)	197,7(170)
630	102,3(88)	121,0(104)	133,7(115)	164,0(141)	194,2(167)	223,3(192)
720	114,0(98)	133,7(115)	147,7(127)	181,4(156)	214,0(184)	245,4(211)

Примечания: 1. Нормы плотности теплового потока определены при средней расчетной температуре окружающей среды за период работы 5°С.

2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 11

Нормы плотности теплового потока для теплопроводов, расположенных внутри помещений

Диаметр трубопровода, мм	Норма плотности теплового потока для теплопроводов, расположенных внутри помещений, Вт/м [ккал/(ч м)], при средней температуре теплоносителя,°С				
	50	75	100	125	150
1	2	3	4	5	6
32	13,2(12)	23,2(20)	32,6(28)	40,7(35)	50,0(43)
48	15,1(13)	25,6(22)	36,1(31)	46,5(40)	57,0(49)
57	16,3(14)	26,7(23)	37,2(32)	50,0(43)	61,6(53)
76	17,4(15)	30,2(26)	43,0(37)	57,0(49)	67,5(58)
89	18,6(16)	31,4(27)	45,4(39)	60,5(52)	72,1(62)
108	25,6(22)	39,5(34)	52,3(45)	66,3(57)	79,1(68)
133	31,4(27)	46,3(40)	61,6(53)	75,6(65)	88,4(76)
159	36,1(31)	52,3(45)	69,8(60)	83,7(72)	97,7(84)
194	40,7(35)	58,2(50)	76,8(66)	93,0(80)	108,2(93)
219	44,2(38)	60,5(52)	81,4(70)	98,9(85)	116,3(100)
273	48,8(42)	68,6(59)	90,7(78)	110,5(95)	129,1(111)
325	52,3(45)	70,9(61)	98,9(85)	121,0(104)	141,9(122)

Примечания: 1. Нормы плотности теплового потока определены при средней расчетной температуре окружающей среды за период работы 25°С.

2. Промежуточные значения норм плотности теплового потока следует определять интерполяцией.

Таблица 12

Средняя температура грунта для некоторых городов

Наименование городов	Средняя температура грунта, °С, для периода					
	зимняя		летняя		годовая	
	на глубине, м					
	0.8	1.6	0.8	1.6	0.8	1.6
Брест	1.2	3.1	19.1	16.4	9,7	9.6
Бежецк	0.5	1.9	17.4	15.4	8,3	8.2
Вологда	1.0	2.0	13.2	10.9	5.9	5.9
Волгоград	-1.9	0.7	23.7	19.5	10.1	10.2
Екатеринбург	0.75	2.7	12	9.1	6.0	5.5
Иваново	-0.1	1.3	15	13.3	6.2	6.3
Москва	1.0	1.6	14.4	13.4	6.5	6.5
Орел	0	1.8	17.2	14.8	7.5	7.6
Оренбург	-1.1	1.9	15.6	12.5	6.8	7.1
Ростов-на- Дону	0.8	4.8	20.2	16.6	10.4	10.7
Санкт-Петербург	-2.5	0.7	16.3	13.7	5.4	5.9

Таблица 13

Нормы плотности теплового потока для изолированной арматуры в помещениях

Диаметр условного прохода трубопровода, мм	Норма плотности теплового потока через изолированную поверхность арматуры в помещениях при t_1 =25° С на одну единицу, Вт [ккал/ч]	
	Изоляция шнуром толщиной 70-100 мм, обертка изоляционными материалами толщиной 70-100 мм	Мастичная изоляция толщиной 70-100 мм. Сборно-разборные металлические футляры с вкладышами из минеральной ваты под металлический кожух
50	136(117)	116(100)
100	186(160)	162(140)
200	302(260)	262(226)
300	432(390)	394(340)

Примечание. Нормы плотности теплового потока рассчитаны для температуры теплоносителя 100°С.

Таблица 14

Эквивалентная длина изолированного трубопровода для одной единицы арматуры

Характеристика изоляции арматуры	Эквивалентная длина изолированного трубопровода $l_э$, м, при условном диаметре	
	до 0.1м	до 0.5 м
Неизолированная	6.7	7.2
Изолированная на ¾ всей поверхности	2.5	5.1

Таблица 15

Расходы тепла неизолированными фланцами

Разность температур между наружной поверхностью трубы и окружающим воздухом Δt, °С	Норма плотности теплового потока с поверхности неизолированных фланцев (одна пара), Вт [ккал/ч], при условном проходе трубопровода, мм					
	70	100	150	200	250	300
75	122(105)	157(135)	232(199)	308(265)	383(329)	453(390)
100	174(150)	232(199)	348(299)	465(400)	580(499)	696(598)
125	244(210)	325(279)	476(409)	639(549)	790(679)	952(819)

Таблица 16

Технические характеристики материалов, применяемых для изоляции трубопроводов, при бесканальной прокладке

Теплоизоляционный материал	Условный проход трубопровода, мм	Средняя плотность, кг/м^3	Теплопроводность сухого материала, Вт/(м.°С) [ккал/(ч.м.°С)]
Армопенобетон	150-800	350-450	0.105-0.13(0.09-0.11)
Битумоперлит	50-400	450-550	0.11-0.13(0.09-0.11)
Битумокерамзит	До 500	600	0.13(0.11)
Битумовермикулит	До 500	600	0.13(0.11)
Пенополимербетон	100-400	60-80	0.07(0.06)
Фенольный пенопласт ФЛ монолитный	До 1000	100	0.05(0.043)

Таблица 17

Коэффициент увлажнения теплоизоляционного слоя трубопровода при бесканальной прокладке

Теплоизоляционный материал	Коэффициент увлажнения K		
	Тип грунта по ГОСТ 25100-82		
	маловлажный	влажный	насыщенный водой
Армопенобетон	1.15	1.25	1.4
Битумоперлит	1.1	1.15	1.3
Битумокерамзит	1.1	1.15	1.25
Битумовермикулит	1.1	1.15	1.3
Пенополимербетон	1.05	1.1	1.15
Фенольный пенопласт ФЛ монолитный	1,05	1,1	1,15
Пенополиуретан	1	1.05	1,1

Таблица 18

Теплопроводность грунта

Классификация по влажности	Вид грунта	Средняя плотность сухого грунта, кг/м3	Расчетная абсолютная влажность, %	Теплопроводность грунта, Вт/(м.°С) [ккал/(ч.м.°С)]
1	2	3	4	5
Сухой	Глинистые и суглинки	1600		0,87(0,75)
		2000	5	1,74(1,5)
	Пески и песчаные	1600	5	1,11(0,85)
		2000		2,03(1,75)
	Скальные	2000	5	2,03(1,75)
		2400	1	2,33(2,0)
Влажный	Глинистые и суглинки	1600	20	1,74(1,5)
		2000	10	2,56(2,2)
	Пески и песчаные	1600	15	1,92(1,65)
		2000	5	3,2(2,75)
	Скальные	2000	8	2,73(2,35)
		2400	3	3,48(3,0)
Насыщенный водой	Глинистые и суглинки	1600	23,8	1,86(1,6)
		2000	11,5	2,67(2,3)
	Пески и песчаные	1600	23,8	2,44(2,1)
		2000	11,5	3,37(2,9)
	Скальные	2000	11,5	3,37(2,9)
		2400	3,3	5,11(4,4)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблицы для определения потребного количества топлива на выработку теплоты

Таблица 1

Максимально–допустимые потери твердого топлива, %

Наименование операций	Вид топлива				
	Каменный уголь	Угольная мелочь	Бурый уголь	Кусковой торф	Фрезерный торф
Железнодорожные перевозки	0,8	1,0	0,8	0,6	1,25
Разгрузка вагона	0,1	0,2	0,2	0,15	0,5
При складских перемещениях	0,2	0,3	0,3	0,15	0,5
Хранение на складе в течение одного года	0,2	0,3	0,5	2,0	3,0
Подача со склада в котельную	–	0,1	0,2	0,1	0,3

Таблица 2

Потери топочного мазута

Наименование операции	Потеря, %
Перевозка в железнодорожных цистернах	0,04
Прием на железной дороге и из автоцистерн в заглубленные железобетонные и наземные металлические резервуары	0,021
Хранение в резервуарных емкостях (1 кг/м^2 поверхности испарения в месяц):	
резервуары заглубленные, железобетонные	0,03
резервуары наземные, металлические	0,006

Таблица 3

Нормы расхода условного топлива для котлоагрегатов на номинальной нагрузке

Тип котлоагрегата	Норма расхода условного топлива для котлоагрегатов на номинальной нагрузке, кг у.т /ГДж (кг у.т /Гкал), при работе на			
	газе	жидком топливе	каменном угле	буром угле
1	2	3	4	5
ПАРОВЫЕ				
ГМ50-1, ГМ50-14, ГМ50-14/250	37,4(156,6)	37,6(157,7)	–	–
К35-40, ТП35-У, ТП-35	–	–	38,7(162)	38,9(163,0)

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5
ТП -35	–	37,0(155)	–	–
Б35-40, ТС-35-У	–	–	–	40,3(168,7)
ЛМЗ (30 т/ч)	36,0(151,0)	–	–	–
ТП-40	36,6(153,5)	36,9(154,8)	–	–
Б25-15ГМ, Б25-14 ГМ, Б25-24-ГМ	36,9(154,7)	37,6(157,5)	–	–
СУ20-39, ТС20-М, ТС20-У, ТП20-У	–	–	39,7(166,4)	40,6(170,0)
ТП-20	36,9(154,7)	–	–	–
ТС-20	37,0(155,0)	37,1(155,4)	–	–
ДКВР 20-13	37,5(157,1)	38,3(160,4)	41,7(174,6)	45,1(189,0)
ДКВР 10-13	37,6(157,6)	38,2(160,1)	41,7(174,6)	45,1(189,0)
ДКВР 6,5-13	37,7(158,1)	38,2(160,1)	41,7(174,6)	45,1(189,0)
ДКВР 4-13	37,9(158,1)	38,2(160,1)	41,7(174,8)	45,1(189,0)
ДКВР 2,5-13	38,3(160,3)	38,3(160,4)	41,9(175,4)	45,2(189,2)
ДКВ 10-13	38,4(161,0)	39,9(167,2)	44,8(187,9)	–
ДКВ 6,5-13	38,7(162,0)	39,9(167,2)	45,3(189,6)	–
ДКВ 4-13	38,8(162,6)	40,0(167,4)	45,3(189,8)	–
ДКВ 2-8	38,9(163,0)	40,0(167,7)	45,4(190,0)	–
ДЕ 25-14,КЕ 25-14	37,2(155,9)	37,9(158,8)	39,7(166,2)	40,0(167,5)
ДЕ 16-14	37,6(157,5)	38,8(162,6)	–	–
ДЕ 10-14,КЕ 10-14	37,4(156,9)	38,4(161,0)	42,6(178,3)	42,9 (179,6)
ДЕ 6,5-14,КЕ 6,5-14	37,9(158,9)	38,9(163,0)	42,6(178,3)	42,9(179,6)
ДЕ 4-14,КЕ 4-14	38,2(160,1)	39,1(163,9)	42,6(178,3)	42,9(179,6)
КЕ 2,5-14	–	–	42,6(178,3)	42,9(179,6)
Шухова, т/ч:				
12	– / 39,1(164,0)	–	–	–
9,5	– / 39,3(164,8)	–	–	–
7,5	– / 39,4(165,2)	–	–	–
5,5	– / 39,6(166,0)	–	–	–
4,7	– / 40,0(167,4)	–	–	–
2	– / 41,6(174,5)	–	–	–
ШБА-7	39,2(164,3) / 40,0(167,5	40,0(168,0) / 41,2(172,5)	41,0(171,9) / –	44,2(183,5) / –
ШБА-5	39,3(164,5) / 40,2(168,8	40,0(168,0) / 41,6(174,3)	41,4(173,6) / 44,4(186,0)	44,2(185,1) / 45,8(192,0)
ШБА-3	39,3(164,5) / 40,4(169,5)	40,1(168,0) / 42,0(176,0)	41,9(175,5) / 45,4(190,2)	44,7(187,2) / 46,8(196,0)

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5
КРШ-4	– 40,4(169,4)	–	–	–
Бабкок-Вилькокс (2,5-7,5-4,5 т/ч)	39,9(167,0)	40,6(170,0)	–	–
ВВД 4-13	37,5(157,1) 40,4(169,3)	38,3(160,5) 40,5(170,0)	–	–
Ланкаширский	39,3(165,0)	41,3(173,1)	50,1(210,0)	55,0(230,3)
Корнваллийский	39,3(165,0)	41,3(173,1)	48,7(204,0)	54,9(230,0)
Е 1/9; Е 0,8/9; Е 0,4/9	39,6(166,0)	41,6(174,1)	47,6(199,4)	48,7(204,0)
ТМЗ –1/8	40,7(170,6)	–	62,0(260,0)	–
ММЗ- 0,8/8	40,8(170,8)	–	62,3(261,0)	–
ВГД -28/8	40,7(170,4) –	–	– 59,8(250,5)	–
МЗК	41,9(175,7)	43,0(180,1)	–	–
ВОДОГРЕЙНЫЕ				
ПТВМ100, ВГМ100	37,6(157,6)	38,0(159,1)	–	–
ПТВМ50, КВГМ50	38,3(160,5)	39,1(163,9)	–	–
ПТВМ30, КВГМ30, КВТС30,КВТСВ30	37,4(156,8)	38,8(162,7)	42,3(177,3)	41,8(175,3)
КВГМ20, КВТС20,КВТСВ20	37,8(158,4)	39,4(164,9)	42,2(177,0)	41,2(172,8)
КВГМ10, КВТС10,КВТСВ10	37,8(158,4)	39,4(164,9)	42,2(177,0)	41,2(172,8)
КВГМ-6,5, КВТС-6,5, КВТС-4, КВГМ-4	37,5(157,3)	39,3(164,8)	41,6(174,2)	41,7(175,0)
ТВГ	40,1(168,0)	41,6(174,2)	–	–
Секционные чугунные и стальные (НР-18, НИИСТУ-5 и др.)	41,3(173,1)	42,6(178,5)	50,9(213,2)	56,8(238,0)

Примечания: 1. В знаменателе приведены нормы для котлов без хвостовых поверхностей нагрева.

2. При наличии резервного топлива в котельной удельные нормы расхода топлива в котельной определяют дифференцированно в зависимости от продолжительности работы котельной на резервном топливе.

Таблица 4

Значения коэффициентов K_1 для некоторых котлоагрегатов в зависимости от степени нагрузки

Тип котлоагрегата	Топливо	Нагрузка,% номинальной					
		90	80	70	60	50	40
1	2	3	4	5	6	7	8
ПАРОВЫЕ							
ГМ-50-1	Г	0.996	0.997	0.99	0.99	0.998	1.0
	М	0.999	0.997	0.996	0.996	0.997	1.001
ТП-35-У	КУ	1.0	1.001	1.005	1.009	1.015	1.022
	БУ	0.997	0.996	1.0	1.005	1.009	1.014
ТП-35	М	1.0	1.001	1.002	1.005	1.008	1.011
ТП-30	Г	0.999	0.999	1.0	1.0	1.002	1.007
	М	0.995	0.993	0.99	0.99	0.993	1.001
ЛМЗ (30 т/ч)	Г	0.997	0.996	0.995	0.996	1.001	1.011
БМ-25-15	Г	0.999	0.999	1.0	1.001	1.003	1.007
	М	0.999	0.999	0.999	1.0	1.001	1.004
ТС-20	Г	1.0	1.001	1.002	1.007	1.012	1.017
	М	1.002	1.006	1.011	1.016	1.021	1.028
ТП-20	Г	0.999	0.998	0.998	0.999	0.999	1.0
СУ-20-39	КУ	1.003	1.008	1.018	1.029	1.041	1.054
СУ-15-39	Г	1.003	1.009	1.015	1.021	1.027	1.035
ДКВР-20-13	Г	1.004	1.011	1.018	1.026	1.032	1.037
	М	0.995	0.99	0.99	0.995	1.0	1.005
	КУ	0.987	0.954	0.94	0.935	0.944	0.962
ДКВР-10-13	Г	0.997	0.996	0.996	0.998	0.999	1.001
	М	0.996	0.993	0.991	0.992	0.994	0.998
ДКВР-6,5-13	Г	0.993	0.988	0.993	0.997	1.003	1.011
	М	0.999	0.998	0.999	1.002	1.007	1.014
ДКВР-4-13	Г	1.0	1.0	1.001	1.002	1.008	1.02
	М	0.997	0.994	0.992	0.991	0.991	0.994
ДКВР-2,5-13	Г	1.0	1.0	1.001	1.005	1.011	1.019
ШБА-7	Г	0.998	0.995	0.993	0.994	0.995	0.999
	М	0.998	0.997	0.998	1.0	1.003	1.008
ШБА-5	Г	0.999	0.999	1.0	1.001	1.001	1.003
	М	1.001	1.002	1.003	1.005	1.007	1.011
ШБА-3	Г	1.002	1.005	1.008	1.012	1.017	1.024
	М	1.002	1.006	1.009	1.018	1.03	1.044
Шухова, т/ч:							
12	Г	0.998	0.996	0.995	0.994	0.993	0.992
9,5	Г	0.998	0.996	0.996	0.996	0.998	1.001
7,5	Г	0.999	0.999	0.999	0.999	1.0	1.002
4,7	Г	1.001	1.002	1.003	1.007	1.012	1.019
3,8	Г	0.999	0.999	1.0	1.004	1.011	1.03
3,2	Г	1.001	1.003	1.007	1,015	1,025	1,04
2.0	Г	1.002	1.007	1.012	1.018	1.024	1.033

Продолжение табл.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Ланкаширский, т/ч:							
3,7	Г	1.003	1.007	1.012	1.018	1.026	1.036
2,5	Г	1.001	1.005	1.01	1.016	1.024	1.036
КРШ-4	Г	1.001	1.002	1.004	1.007	1.011	1.019
ВВД-4-13	Г	1.0	1.001	1.003	1.005	1.008	1.012
ТМЗ-1/8	Г	1.002	1.005	1.009	1.015	1.023	1.034
ВГД-28/8	Г	1.001	1.003	1.007	1.015	1.027	1.04
ММЗ-0.8/8	Г	1.005	1.012	1.023	1.036	1.05	1.065
ВОДОГРЕЙНЫЕ							
ПТВМ-100	Г	0.997	0.994	0.992	0.989	0.988	0.988
	М	0.999	0.999	1.0	1.001	1.002	1.004
ПТВМ-50	Г	0.997	0.994	0.992	0.99	0.988	0.988
	М	0.997	0.994	0.99	0.988	0.987	0.988
ТВГМ-30	Г	0.996	0.992	0.987	0.985	0.983	0.982
ПТВМ-30-МС	Г	0.997	0.995	0.993	0.991	0.988	0.986
ТВГ	Г	1.002	1.005	1.008	1.011	1.017	1.023
	М	1.0	0.994	0.988	0.986	0.987	1.002
Секционные чугунные и стальные (НР-18, НИИСТУ-5 и др.)	Г	0.996	0.994	0.993	0.994	0.996	0.998
	М	0.999	0.999	1.0	1.004	1.011	1.03
	КУ	1.003	1.007	1.012	1.018	1.026	1.036
	БУ	1.005	1.012	1.023	1.036	1.05	1.065

Примечание: Г-газ, М-мазут, КУ- каменный уголь, БУ-бурый уголь

Таблица 5

Удельный расход топлива на выработку 1 т нормального пара

КПД котельного агрегата, %	Удельный расход топлива, кг у.т / т нормального пара	КПД котельного агрегата, %	Удельный расход топлива, кг у.т / т нормального пара	КПД котельного агрегата, %	Удельный расход топлива, кг у.т. т нормального пара
1	2	3	4	5	6
50	182.80	66	138.48	82	111.46
51	179.21	67	136.41	83	110.12
52	175.76	68	134.41	84	108.80
53	172.45	69	132.46	85	107.52
54	169.25	70	130.57	86	106.27
55	166.18	71	128.73	87	105.05
56	163.21	72	126.94	88	103.86
57	160.35	73	125.20	89	102.69
58	157.58	74	123.51	90	101.55
59	154.91	75	121.86	91	100.43
60	152,33	76	120.26	92	99.34

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6
61	149.83	77	118,70	93	98,27
62	147,41	78	117,17	94	97,23
63	145.07	79	115,69	95	96,21
64	142.81	80	114,25	96	95,05
65	140.61	81	112,83	97	94,07

Таблица 6

Удельный расход топлива на растопку котла

Площадь поверхности нагрева котла, м²	Удельный расход условного топлива на 1 растопку котла (кг у.т) при длительности остановки, ч						
	2	6	12	18	24	48	более 48
До 50	10	25	50	75	100	200	300
51-100	17	50	100	150	200	400	600
101-200	34	100	200	300	400	800	1200
201-300	52	150	300	450	600	1200	1800
301-400	68	200	400	600	800	1600	2400
401-500	85	250	500	750	1000	2000	3000

Примечания: 1.Для котлов с площадью поверхности нагрева более 500 м² на растопку после суточного останова расход топлива равен двухчасовому расходу топлива при его полной загрузке.

2. Норма расхода дров на растопку котла принимается 1м³ на сезон.

3. Число растопок определяется графиком работ по ремонтам и обслуживанию котлов, технологическим процессом и производственным планом работы котельной.

Таблица 7

Эквиваленты для перевода натурального топлива в условное

Вид топлива	Калорийный эквивалент Э	Вид топлива	Калорийный эквивалент Э
1	2	3	4
Уголь:		Брикеты из углей:	
Донецкий		украинского бурого	0,60
спекающийся	0.92	башкирского	0,60
газовый	0.85	донецкого	0,92
длиннопламенный	0.73	Жидкое топливо:	
антрацит АС	0.94	Мазут топочный	1,37
Подмосковный	0.38	Дизельное	1,45
Воркутинский	0.86	Дистиллятное	1,43
Кизеловский	0.75	Горючие газы:	На 1000 м3
Челябинский	0.52	Природный и попутный	1,20
Кузнецкий	0.91	Подземной газификации	0,11
Карагандинский	0.79	Коксовый	0.57
Экибастузский	0.60	Доменный	0,143

Продолжение табл.7

1	2	3	4
Канско-ачинский	0.49	Сжиженный	1.70
Черемховский	0.82	Сланцевый	0.57
Райчихинский	0.46	Торф:	
Приморский	0.61	фрезерный	0.34
Сахалинский	0.74	кусковой	0.40
Силезский	0.80	Торфобрикеты	0.60
		Дрова	0.27

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблицы для определения количества электроэнергии, требуемого для выработки теплоты

Таблица 1

Удельный расход электроэнергии на топливоприготовление, топливоподачу и золошлакоудаление

Мощность котельной, МВт (Гкал/ч)	Удельный расход электроэнергии на топливоприготовление, топливоподачу и золошлакоудаление, кВт/МВт (квт.ч/ Гкал) при работе	
	на жидком топливе	твердом топливе
До 5.8 (До 5.0)	0,95 (1,1)	6,02 (7,0)
От 5.8 до 11,6 (От 5 до10)	0,91-0,95 (1,06-1,1)	5,85-6,02 (6,8-7,0)
От 11,6 до 23,2(От10 до20)	0,86-0,91 (1,0-1,06)	5,67-5,85 (6,6-6,8)
От 23,2 до 34,9(От20 до30)	0,82-0,86 (0,95-1,0)	5,5-5,67 (6,4-6,6)
Свыше 34,9 (Свыше 30)	0,52-0,82 (0,6-0,95)	3,44-5,5 (4,0-6,4)

Примечание. Более высокие значения удельного расхода электроэнергии соответствуют меньшим значениям мощности и наоборот.

Таблица 2

Значения низшей теплоты сгорания, теоретических объемов воздуха и продуктов сгорания для некоторых видов топлива

Топливо	Марка топлива	Низшая теплота сгорания, МДж/кг($м^3$) [ккал/кг($м^3$)]	Теоретический объем, $нм^3/кг$	
			воздуха	продуктов сгорания
1	2	3	4	5
Твердое (уголь):				
Донецкий	Д	19,59(4680)	5,16	5,67
	Г	22,02(5260)	5,83	6,28
	А	22,57(5390)	6,04	6,32
Кузнецкий	Д	22,82(5450)	6,0,2	6,58
	Г	26,13(6240)	6,88	7,42
Подмосковный	Б2	10,43(2490)	2,94	3,57
Карагандинский	Д	21,31(5090)	5,60	6,02
Львовско-Волынский	Г	21,98(5250)	5,75	6,23
Челябинский	Д	21,52(5140)	5,67	6,47
Жидкое(мазут):				
малосернистый		40,28(9620)	10,62	11,48
сернистый		39,73(9490)	10,45	11,28
высокосернистый		38,77(9260)	10,0	10,99
Газообразное:				
Ставрополь-Москва		36,55(8730)	9,68	10,86
Ставрополь-Невинномысск-Грозный		35,63(8510)	9,47	10,63
Шебелинка-Брянск-Москва		37,87(9045)	9,98	11,19

Таблица 3

Значения коэффициентов избытка воздуха $a_т$ в топке и уходящих газах $a_{ух}$

Вид топлива	$a_т$	$a_{ух}$
Твердое	1,2-1,25	1,55-1,6
Мазут, природный газ	1,1	1,4

Таблица 5

Потери электроэнергии в сетях

Элемент сети	Потеря напряжения,%	Потеря электроэнергии,%
Сеть 6 кВ		
Питательная	3,0	2,5
Распределительная	2,0	1
Сетевые трансформаторы:		
постоянные потери	–	2
переменные потери	–	1
Сеть низкого напряжения общего пользования	4,5	2
Сеть 10 кВ		
Питательная	2,5	2
Распределительная	1,5	1
Сетевые трансформаторы:		
постоянные потери	–	2
переменные потери	–	1
Сеть низкого напряжения общего пользования	6,5	2,4

Таблица 6

Удельная электрическая мощность, используемая для прочих нужд котельных

Вид водоразбора	Тип котлов	Период года	Удельная потребляемая мощность на прочие нужды, кВт/МВт (кВт.ч/Гкал)
Закрытый	Водогрейные	Отопительный и неотопительный	0,55(0,64)
	Паровые	Отопительный и неотопительный	0,33(0,38)
Открытый	Водогрейные	Отопительный	1,33(1,55)
		Неотопительный	6,66(7,75)
	Паровые	Отопительный	0,99(1,15)
		Неотопительный	3,27(3,80)

Таблица 4

Удельный расход электроэнергии на перемещение 1000 м^3 воздуха или уходящих газов тягодутьевыми установками

Тип вентилятора, дымососа	Частота вращения, 1/мин	Удельный расход электроэнергии на перемещение 1000 м^3 воздуха или уходящих газов, кВт.ч/1000м^3	Тип вентилятора, дымососа	Частота вращения, 1/мин	Удельный расход электроэнергии на перемещение 1000 м^3 воздуха или уходящих газов, кВт.ч/1000м^3
1	2	3	4	5	6
ВД-2,5	3000	0,97	ВГДН-19	1000	0,87
ВД-2,7	3000	0,65		1500	2,03
ВД-3,5	3000	1,2	ВГДН-21	1000	1,08
ВДН-8	1000	0,33	Д-3.5	1500	0,33
	1500	0,8	ДН-8	1000	0,26
ВДН-9	1000	0,40		1500	0,59
	1500	0,93	ДН-9	1000	0,30
ВДН 10	1000	0,54		1500	0,80
	1500	1,20	ДН-10	1000	0,40
ВДН 11,2	1000	0,69		1500	0,95
	1500	1,50	ДН-11.2	1000	0,53
ВДН-12,5	1000	0,82		1500	1,21
	1500	1,88	ДН-12.5	1000	0,67
ВДН-13	1000	0,82		1500	1,50
	1500	1,88	ДН-13	1000	0,68
ВДН-15	750	0,75		1500	1,52
	1000	1,30	ДН-15	750	0,59
	1500	2,93		1000	1,06

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6
ВД –15,5	750	1,37		1500	2,40
	1000	2,35	Д 15,5	750	1,13
ВДН-17	750	0,88		1000	1,79
	1000	1,60	ДН-17	750	0,75
	1500	3,63		1000	1,27
ВДН-19	750	1,10		1500	3,0
	1000	1,91	ДН-19	600	0,57
ВДН-20	750	0,81		750	0,93
	1000	1,48		1000	1,62
ВДН-21	750	1,36	ДН-21	600	0,71
	1000	2,50		750	1,08
ВВДН-15	1500	2,57		1000	1,96
ВВДН-18	1500	3,78	ДН-22х2	600	0,73
ВГДН-15	1000	0,64		750	1,14
	1500	1,96	ДН-26х2	600	1,0
ВГДН-17	1000	0,77		750	1,62
	1500	1,55			

Примечание. Удельные расходы электроэнергии определены при максимальном К.П.Д установки по данным Московского вентиляторного завода ОАО "Мовен"

Таблица 7

Удельные расходы электроэнергии на выработку и транспортирование тепла для котельных мощностью до 50 МВт

Расчетная тепловая мощность отопительных котельных малой мощности, МВт (Гкал/ч)	Удельный расход электроэнергии на выработку и транспортирование тепла, кВт/МВт (кВт.ч/Гкал)
До 0.58 (До 0.5)	17.2(20)
0.59-1.16(0.51-1)	17.2(20)
1.17-2.33(1.01-2)	16.3(19)
2.34-3.49(2.01-3)	15.5(18)
3.50-5.82(3.01-5)	15.5(18)
5.83-11.6(5.01-10)	15.5(18)
11.64-58.2(10.01-50)	15.5(18)

Таблица 9

Удельный расход электроэнергии для котельных мощностью от 30 до 200 МВт

Количество и тип установленных котлов	Вид топлива	Мощность котельной, МВт(Гкал/ч)	Коэффициент спроса	Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/МВт (кВт.ч/Гкал)
1	2	3	4	5
3хКВТС-10	К	34.89(30)	0.332	24.6(28.6)
3хКВГМ-10	ГМ	34.89(30)	0.354	21.7(25.2)
	М		0.354	21.7(25.2)
	Г		0.362	20.1(23.4)
4хКВТС-10	К	46.52(40)	0.332	17.3(20.1)
4хКВГМ-10	ГМ	46.52(40)	0.354	16.9(19.6)
	М		0.354	16.9(19.6)
	Г		0.362	15.6(18.2)
3хКВТС-20	К	69.78(60)	0.332	15.7(18.3)
	КА		0.310	15.6(18.1)
3хКВГМ-20	ГМ	69.78(60)	0.354	13.8(16.1)
	М		0.354	13.8(16.1)
	Г		0.362	13.1(15.2)
3хКВТС-30	К	104.67(90)	0.332	23.7(27.6)
	КА		0.310	23.4(27.2)
3хКВТК-30	К	104.67(90)	0.422	32.3(37.6)
	КА		0.394	32.0(37.2)
3хКВГМ-30	ГМ	122.1(105)	0342	18.1(21.0)
	М		0.342	18.1(21.0)
	Г		0.354	13.51(15.7)
4хКВТС-30	К	139.6(120)	0.322	14.7(17.1)
	КА		0.310	14.5(16.9)
4хКВТК-30	К	162.8(140)	0.422	26.9(31.3)
	КА		0.394	29.1(33.8)

Таблица 8

Предельные нагрузки районных котельных

Расчетная тепловая нагрузка, МВт (Гкал/ч)	Предельная удельные электронагрузка районных котельных (без учета сетевых насосов), кВт/МВт[тDп/(Гкал/ч)]					
	Открытая система			Закрытая система		
	Каменный и бурый уголь	Мазут	Природный газ	Каменный и бурый уголь	Мазут	Природный газ
1	2	3	4	5	6	7
58(50) и менее	11,6(13,5)	9,5(11,0)	8,6(10)	8,0(9,3)	6,6(7,7)	5,5(6,4)
69,9(60)	10,8(12,6)	9,2(10,7)	8,3(9,6)	7,4(8,6)	6,4(7,4)	5,2(6,1)
93,0(80)	9,9(11,5)	8,9(10,3)	7,7(9,0)	6,6(7,7)	5,8(6,8)	4,9(5,7)
116(100)	9,1(10,6)	8,3(9,7)	7,3(8,5)	6,2(7,2)	5,7(6,6)	4,6(5,3)
139,6(120)	–	8,1(9,4)	7,1(8,2)	–	5,6(6,5)	4,2(4,9)
162,8(140)	–	7,7(9,0)	6,8(7,9)	–	5,5(6,4)	4,1(4,8)
186,0(160)	–	7,6(8,8)	6,7(7,8)	–	5,4(6,3)	4,1(4,8)
209,3(180)	–	7,5(8,7)	6,7(7,8)	–	5,3(6,2)	4,0(4,7)
232,6(200)	–	7,4(8,6)	6,6(7,7)	–	5,3(6,2)	4,0(4,7)
255,8(220)	–	7,3(8,5)	6,6(7,6)	–	5,3(6,2)	4,0(4,6)
279,1(240)	–	7,2(8,4)	6,4(7,5)	–	5,2(6,0)	4,0(4,6)
302,4(260)	–	7,2(8,4)	6,4(7,4)	–	5,1(5,9)	4,0(4,6)
325,6(280)	–	7,1(8,3)	6,3(7,3)	–	5,0(5,8)	3,9(4,5)
348,9(300)	–	7,1(8,2)	6,2(7,2)	–	4,9(5,7)	3,9(4,5)

Продолжение табл. 9

1	2	3	4	5
4хКВГМ-30	ГМ	162,8(140)	0,342	14,1(16,4)
	М		0,342	14,1(16,4)
	Г		0,354	11,5(13,4)
3хКВТК-50	К	174,5(150)	0,422	23,6(27,4)
	КА		0,394	23,7(27,6)
3хКВГМ-50	ГМ	174,5(150)	0,342	16,7(19,4)
	М		0,342	16,7(19,4)
	Г		0,354	15,0(17,4)
4хКВТК-50	К	232,6(200)	0,422	23,0(26,7)
	КА		0,394	24,0(27,9)
4КВГМ-50	ГМ	232,6(200)	0,342	14,0(16,3)
	М		0,342	14,9(12,8)
	Г		0,354	12,8(14,9)

Таблица 10

Значения коэффициента спроса для различного оборудования

Наименование оборудования	Коэффициент спроса
Трансформаторы	0,5-0,8
Дробилки молотковые	0,7-0,9
Скиповые подъемники	0,3
Вентиляторы, дымососы котельных	0,95
Скреперные лебедки	0,35-0,5
Питатели ленточные, барабанные, маятниковые, лотковые	0,65-0,7
Конвейеры легкие (до 10 кВт)	0,65-0,7
Шнеки, элеваторы	0,75-0,8
Механические топки	0,75-0,8
Вакуум-насосы	0,7-0,9
Тепловые пункты	0,8
Котельные отопительные	0,65-0,7
Насосы сетевые, питательные	0,8
Компрессоры	0,5-0,8
Кран-балки, тельферы, лифты, тали	0,2-0,5
Сварочные трансформаторы	0,3-0,35
Сантехвентиляторы	0,65-0,75

Примечание. Меньшие значения коэффициента спроса соответствуют большим величинам мощности и наоборот.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблицы для определения количества воды для выработки теплоты

Таблица 1

Удельный объем воды на наполнение систем отопления

Оборудование теплопотребляющей системы	Удельный объем воды на разовое наполнение систем отопления, $м^3$/МВт [$м^3$/(Гкал/ч)], при перепаде температур воды в системе теплоснабжения, °С				
	95-70	110-70	130-70	140-70	150-70
Система отопления:					
радиаторы высотой 500 мм	16.8(19.5)	15.1(17.6)	13.0(15.1)	12,6(14,6)	11,4(13,3)
радиторы высотой 1000 мм	26.7(31.0)	24.2(28.2)	20,8(24,2)	19,9(23,2)	18,6(21,6)
ребристые трубы	12,2(14.2)	10,7(12.5)	9,3(10,2)	8,9(10,4)	7,9(9,2)
плинтусные конвекторы	4.8(5.6)	4,3(5.0)	3,7(4,3)	3,5(4,1)	3,2(3,7)
регистры из гладких труб	31.8(37.0)	27,5(32.0)	23,2(27,0)	22,4(26,0)	20,6(24,0)
Отопительно-вентиляционная система, оборудованная калориферами	7.3(8.5)	6,4(7.5)	5,6(6,5)	5,2(6,0)	4,7(5,5)

Таблица 2

Удельный объем воды в элементах системы отопления

Элемент системы отопления	Удельный объем воды в системе отопления v_o, при расчетной температуре горячей воды в системе, °С						
	85	95	105	110	115	130	135-150
Радиатор чугунный секционный глубиной:							
140 мм	10,8	9,5	8,9	8,5	8,2	7,2	6,8
90 мм	14,4	12,9	11,9	11,4	11,0	9,6	9,2
Конвекторы "Аккорд", "Прогресс-20","Прогресс-15"	–	1,07	1,0	0,97	0,94	0,86	0,69
Радиатор стальной панельный	8,1	7,1	6,6	6,4	6,1	5,3	5,1
Ребристая труба чугунная	–	5,6	5,2	5,0	4,8	4,3	3,6
Гладкая труба Dy =70–100 мм	35,7	31,6	30,4	29,7	28,6	24,9	21,5
Бетонная отопительная панель	–	1,72	1,59	1,52	1,46	1,29	–
Конвекторы типов КН, КО, КВ	–	0,69	0,64	0,63	0,62	0,60	0,59
Калорифер пластинчатый	0,47	0,43	0,40	0,39	0,38	0,34	0,33
Труба при циркуляции:							
искусственной	7,6	6,9	6,4	6,0	5,6	5,2	4,7
естественной	–	13,8	–	–	–	–	–
Теплообменник скоростной	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	–
Котел чугунный секционный	2,6	2,6	2,6	–	–	–	–

Примечания: 1. Объем воды в отопительных приборах, не приведенных в таблице, принимается по паспортным данным на прибор или по аналогичным приборам, приведенным в таблице.

2. Объем воды в наружных теплопроводах определяется в соответствии с диаметром и протяженностью трубопроводов.

Таблица 3

Удельная емкость воды в трубопроводах

Диаметр трубопровода, мм		Толщина стенки трубы,мм	Удельная емкость, $м^3/м$	Диаметр трубопровода, мм		Толщина стенки трубы,мм	Удельная емкость, $м^3/м$
условный, $D_у$	наружный $D_н$			условный, $D_у$	наружный $D_н$		
1	2	3	4	5	6	7	8
15	18	2,0	0,00015	450	480	6,0	0,1720
20	25	2,0	0,00035	450	480	7,0	0,1710
25	32	2,5	0,00057	500	530	6,0	0,2100
32	38	2,5	0,00085	500	530	8,0	0,2070
40	45	2,5	0,0013	600	630	6,0	0,300
50	57	3,0	0,0020	600	630	8,0	0,296
70	76	3,0	0,0039	600	630	9,0	0,295
80	89	3,5	0,0053	600	630	11,0	0,290
80	89	3,0	0,0055	700	720	7,0	0,391
100	108	4,0	0,0079	700	720	8,0	0,389
100	108	3,5	0,0080	700	720	9,0	0,387
125	133	4,0	0,0123	700	720	11,0	0,382
125	133	3,5	0,0124	800	820	7,0	0,509
150	159	4,5	0,0177	800	820	8,0	0,507
175	194	5,0	0,0270	800	820	11,0	0,500
200	219	6,0	0,0330	900	920	8,0	0,642
200	219	5,0	0,0340	900	920	9,0	0,639
250	273	7,0	0,0530	900	920	11,0	0,633
300	325	8,0	0,0750	1000	1020	9,0	0,788
300	325	7,0	0,0760	1000	1020	10,0	0,785
350	377	9,0	0,1010	1000	1020	11,0	0,782
400	426	6,0	0,1350	1000	1020	12,0	0,779
400	426	7,0	0,1330	1000	1020	14,0	0,772

Таблица 4

Количество воды на взрыхляющую промывку осветлительных фильтров

Осветлительный фильтр	Количество воды на взрыхляющую промывку осветлительных фильтров, $м^3$, при диаметре фильтра, мм					
	1000	1500	2000	2600	3000	3400
Однопоточные антрацитовые	2,3	6,2	11,2	18,7	25,0	32,0
Однопоточные кварцевые и двухслойные кварцево-антрацитовые	4,1	9,3	16,7	28,1	37,5	48,1

Таблица 6

Удельный расход воды на шлакозолоудаление

Способ золошлакоудаления	Удельный расход воды на 1 т шлака или золы, $м^3$
Ручное (вагонетками)	0,1-0,2
Механизированное мокрое скрепером или скребками	0,1-0,5
Пневматическое	0,1-0,2
Гидравлическое с багерными и песковыми насосами	10-30
Гидравлическое с аппаратами Москалькова	15-45

Таблица 7

Удельный расход воды для котельных при закрытой системе теплоснабжения

Вид топлива	Удельный расход воды, т/ч.МВт (т/ч.(Гкал/ч)) при мощности одного агрегата, МВт (Гкал/ч)							
	0,58 (0,5)	1,16 (1,0)	2,32 (2,0)	4,64 (4,0)	7,0 (6,0)	9,3 (8,0)	11,6 (10,0)	23,2 (20,0)
Твердое	1,51 (1,75)	1,32 (1,53)	1,12 (1,3)	0,86 (1,0)	0,69 (0,8)	0,60 (0,7)	0,56 (0,65)	0,52 (0,60)
Газ и мазут	0,95 (1,1)	0,86 (1,0)	0,69 (0,8)	0,52 (0,6)	0,43 (0,5)	0,41 (0,48)	0,39 (0,45)	0,35 (0,40)

Таблица 5

Количество воды на взрыхление и регенерацию фильтров

Наименование процесса	Количество воды, м³, на взрыхление и регенерацию фильтров при диаметре стандартного фильтра, мм							
	450	700	1000	1500	2000	2600	3000	3400
Взрыхляющая промывка	0,5	1,1	2,1	4,6	8,4	14,0	18,8	24,6
Натрий-катионитовые фильтры первой ступени								
Регенерация:								
без использования отмывочных вод на взрыхление	2,1	4,8	9,3	21,1	45,5	76,0	101,8	133,2
с использованием отмывочных вод на взрыхление	1,6	3,7	7,3	16,2	37,0	62,0	83,0	108,6
Водородно-катионитовые фильтры (при "голодной" регенерации)								
Регенерация:								
без использования отмывочных вод на взрыхление	–	–	11,2	25,3	54,8	92,0	122,9	160,9
с использованием отмывочных вод на взрыхление	–	–	9,1	20,6	45,5	78,0	104,1	136,3
Натрий-катионитовые фильтры второй ступени (при использовании конструкции фильтров первой ступени)								
Регенерация:								
без использования отмывочных вод на взрыхление	2,3	5,3	10,3	23,3	50,4	74,5	113,1	147,2
с использованием отмывочных вод на взрыхление	1.8	4,2	3,2	18,7	42,0	70,5	94,3	123,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Соотношение между тепловыми единицами, основанными на калории, единицами системы МКГСС и единицами системы СИ

Величина	Соотношение между	
	единицами в системе МКГСС и системой СИ	единицами системы СИ и системой МКГСС
Масса	1кг.с^2/м = 9,81 кг	1 кг = 0,102 1кг.с^2/м
Сила	1 кгс=9.81 Н	1 Н = 0,102 кгс
Давление	1 кгс/см^2 = 735,6 мм.рт.ст. =1 атм техн.= 0,981 бар =98066,5 Па = 0,1 МПа (10 м вод.ст.)	1Н/м^2 =1Па = 1,02.10^{-5} атм. техн =10^{-5} бар=7,5 мм рт.ст = 0,102 мм вод..ст.
Работа и энергия	1 кгс.м = 9,81 Дж 1 кВт.ч = 3,61x0^6 Дж 1 ккал = 4,187x10^3 Дж	1 Дж = 1 Нм = 0,102 кгс.м = 2,78x10^{-7} кВт.ч = 2,39x10^{-4} ккал
Мощность	1 кгс.м/с = 9,81 Вт 1 ккал/с = 4,19x10^3 Вт	1Вт = Дж/с = 0,102 кгс.м/с =0,86 ккал/ч 1 МВт = 0,86 Гкал/ч
Количество теплоты	1 кал = 4,19 Дж 1кВт.ч = 3,6x10^6 Дж 1 Гкал/ч = 1,163 МВт	1 Дж = 0,239 кал = = 239x10^{-4} ккал 1кВт = 860 ккал
Удельная теплоемкость	1 ккал/(кг.°С) = = 4190 Дж/(кг.°С)	1 Дж/(кг.°С) = 0,239x10^{-3} ккал/(кг.°С)
Тепловой поток	1 кал/с = 4,187 Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт	1 Вт = 0,239 кал/с = = 0,86 ккал/ч
Коэффициент теплоотдачи, теплопередачи	1 кал/(см^2.с.°С) = = 41900 Вт/(м^2.°С) 1 ккал/(м^2.ч.°С) = 1,163 Вт/(м^2.°С)	1 Вт /(м^2.°С) = 0,239x10^{-4} ккал/(см^2.с.°С) = = 0,86 ккал/(м^2.ч.°С)
Коэффициент теплопроводности	1 кал/(с.см.°С) = 418,7 Вт/(м^2.°С);1 ккал/(ч.м.°С) = = 1,163 Вт/(м.°С)	1 Вт/(м.°С) = 0,239.10-2 кал/(с.см.°С) = 0,86 кал/(ч.м.°С)
Теплота сгорания топлива	1 ккал/кг = 4,187 кДж/кг	1 Дж/кг=0,239x10^{-3} ккал/кг
Удельный расход условного топлива	1 кг/ ккал = 4,187 кг/кДж 1 кг/(кВт.ч) = 277,8 г/МДж	1 кг/кДж = 0,239 кг/ккал 1 г/МДж = 0,36 г/(кВт.ч)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.08.01-89*. Жилые здания.
2. СНиП 23-01-99 .Строительная климатология.
3. СНиП 2.01.01-82 .Строительная климатология и геофизика.
4. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование.
5. СНиП 11-39-79**. Строительная теплотехника.
6. Внутренние санитарно-технические устройства.ч.1.Отопление. Справочник проектировщика под ред. И.Г.Староверова.,Ю.И.Шиллера. /М.,Стройиздат,1990/
7. Методические указания по нормированию расхода тепла и электроэнергии на выращивание цветочной продукции в оранжереях. РД 204 РСФСР 1.46-87. /М., 1987/
8. Голубков Б.Н. и др. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция./М., Энергоиздат, 1981/.
9. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.
10. СНиП 2.04.07- 86*. Тепловые сети.
11. Методические рекомендации по нормированию потребления холодной и горячей воды, тепла , топлива и электроэнергии в банях./ М., ОНТИ АКХ, 1977/
12. М.С.Богуславский. Эксплуатация инженерного оборудования общественных зданий./М.,Стройиздат, 1990/
13. СП-41-101-95. Проектирование тепловых пунктов.
14. Методика нормирования расхода холодной и горячей воды, теплоты, топлива и электроэнергии в прачечных. /М.,ОНТИ АКХ, 1987/.
15. СНиП 2.04.14-88*. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
16. Инструкция по нормированию расхода котельно-печного топлива на отпуск тепловой энергии котельными министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР./М.,ОНТИ АКХ,1984/.
17. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 34.20.501-95 /М., АО "Энергосервис", 1996/

gost.e-ecolog.ru