

## **Практическая работа № 1**

### **РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО УКРУПНЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

#### ***Цель работы:***

1. На практике усвоить теоретические сведения о тепловых потребителях.
2. Приобрести практические навыки расчета тепловых нагрузок систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, годовых расходов теплоты.

#### **Основные сведения**

Расчетные максимальные расходы теплоты (нагрузки) потребителей определяют по данным конкретных проектов нового строительства. При отсутствии проектов отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий и сооружений, расходы теплоты определяются:

- для предприятий – по укрупненным нормам развития основного (профильного) проектирования, либо по проектам аналогичных производств;
- для жилых районов городов и других населенных пунктов – по укрупненным показателям и нормам расхода теплоты и теплоносителя.

Тепловые потребители и тепловые нагрузки подразделяются на сезонные и круглогодичные.

Сезонными тепловыми потребителями являются системы отопления и вентиляции, которые характеризуются следующими особенностями:

- а) потребляемая тепловая мощность в холодный период года изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха;
- б) потребление теплоты в течение суток практически не изменяется, что объясняется теплоустойчивостью помещений.

Круглогодичными тепловыми потребителями являются системы горячего водоснабжения и технологическое оборудование (моечные машины, варочные котлы, автоклавы, емкости для подогрева растворов и рабочих сред и др.). Для данного типа потребителей характерно значительное колебание расхода теплоты в течение суток.

Максимальный расход теплоты на отопление  $\Phi_o$ , кВт, и вентиляцию  $\Phi_v$ , кВт, общественных, вспомогательных и производственных зданий определяется по удельным характеристикам:

$$\Phi_o = q_o V (t_v - t_{n.o}) 10^{-3}; \quad (1.1)$$

$$\Phi_v = q_v V (t_v - t_{n.o}) 10^{-3}, \quad (1.2)$$

где  $q_o$ ,  $q_v$  – удельные (отопительная и вентиляционная) характеристики здания, Вт/(м<sup>3</sup>·°С);

$V$  – строительный объем здания по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;

$t_v$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{n.o}$  – расчетная температура наружного воздуха при проектировании отопления, °С.

Удельные (отопительная и вентиляционная) характеристики здания, строительный объем и расчетная температура внутреннего воздуха приведены в табл. А.1, значение расчетной температуры наружного воздуха – в табл. А.2 приложения А.

Расход теплоты на горячее водоснабжение общественных, административно-бытовых и производственных зданий определяют по нормам расхода горячей воды. Так как данная нагрузка является неравномерной в течение суток, то для горячего водоснабжения в отопительный период определяют среднюю тепловую мощность  $\Phi_{г.в}$ , кВт:

$$\Phi_{г.в} = \frac{1,2ma(55 - t_{х.з})c_v}{24 \cdot 3600}, \quad (1.3)$$

где  $m$  – расчетное количество людей (принимается по табл. А.1 приложения А);

$a$  – суточная норма расхода воды температурой 55 °С в общественных и производственных зданиях из расчета на одного работающего, л/сут;

$t_{х.з}$  – температура холодной воды ( $t_{х.з} = 5$  °С);

$c_v$  – удельная теплоемкость воды ( $c_v = 4,187$  кДж/(кг·°С)).

Норму расхода воды  $a$  на горячее водоснабжение из расчета на одного работающего в производственных зданиях рекомендуют принимать:

- в административных зданиях – 7 л/сут;
- в цехах с тепловыделениями – 24 л/сут;
- в остальных цехах – 11 л/сут.

Расход теплоты системами горячего водоснабжения в летний (неотопительный) период, кВт:

$$\Phi_{\Gamma.В}^{\text{л}} = \alpha \Phi_{\Gamma.В} \frac{55 - t_{\text{х.л}}}{55 - t_{\text{х.з}}}, \quad (1.4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период (для жилых и общественных зданий принимают 0,8);

$t_{\text{х.л}}$  – температура холодной воды в неотопительный период (принимают равной +15 °С).

### ***Годовые расходы теплоты***

Годовой расход теплоты, ГДж, на отопление зданий, системы отопления которых работают круглосуточно:

$$Q_o^{\Gamma} = 3,6 \Phi_o z_o n_o \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}} 10^{-3}, \quad (1.5)$$

где  $z_o$  – усредненное число часов работы системы отопления в течение суток (принимают 24 ч);

$n_o$  – продолжительность отопительного периода, сут (принимается по табл. А.2 приложения А);

$t_{\text{ср.о}}$  – средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода, °С (принимается по табл. А.2 приложения А).

Годовой расход теплоты на вентиляцию зданий, ГДж:

$$Q_{\text{в}}^{\Gamma} = 3,6 \Phi_{\text{в}} z_{\text{в}} n_o \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}} 10^{-3}, \quad (1.6)$$

где  $z_{\text{в}}$  – усредненное число часов работы системы вентиляции в течение суток (принимается по табл. А.1 приложения А).

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение, ГДж:

$$Q_{г.в}^г = 3,6 \left[ \Phi_{г.в}^{ср} z_o n_o + \Phi_{г.в}^л z_o (350 - n_o) \right] 10^{-3}, \quad (1.7)$$

где  $\Phi_{г.в}^{ср}$  и  $\Phi_{г.в}^л$  – средние расходы теплоты на горячее водоснабжение в отопительный и неотопительный периоды, кВт.

Суммарный годовой расход теплоты:

$$Q^г = Q_o^г + Q_в^г + Q_{г.в}^г. \quad (1.8)$$

Затраты в денежном выражении, р., можно определить, зная тариф на тепловую энергию, по следующему выражению:

$$S = Q^г T_t, \quad (1.9)$$

где  $T_t$  – тариф на тепловую энергию, р./ГДж (численное значение выдается преподавателем).

### Задания

1. Определить тепловые нагрузки систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по укрупненным показателям.
  2. Определить годовые расходы теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания.
  3. Определить годовые затраты теплоты в денежном выражении.
- Данные для расчета по согласованию с преподавателем принимаются по табл. А.1, А.2 приложения А.

### Контрольные вопросы

1. Какими бывают виды тепловых потребителей?
2. Какие тепловые потребители относятся к «сезонным»?
3. Какие тепловые потребители относятся к «круглогодичным»?
4. Как определяют максимальные расходы теплоты общественных, вспомогательных и производственных зданий?
5. Как определяют годовые расходы теплоты на отопление и вентиляцию зданий?
6. Как определяют годовой расход теплоты на горячее водоснабжение?

## **Практическая работа № 2**

### **РАСЧЕТ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛОТЫ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

#### ***Цель работы:***

1. Приобрести практические навыки по расчету годовых расходов теплоты с учетом энергосберегающих мероприятий.
2. Усвоить общие теоретические сведения работы тепловых пунктов общественных и административных зданий с установленными регуляторами, позволяющими автоматически поддерживать расход теплоты.

#### **Основные сведения**

Экономия теплоты на отопление может быть достигнута за счет утепления входных дверей, устранения неплотностей по периметру дверных и оконных коробок, замены окон стеклопакетами, утепления наружных стен, утепления ниш под радиаторы с установкой отражающих экранов, утепления чердаков или кровель.

Нормативные значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий устанавливаются строительными нормами (СН 2.04.02–2020 «Здания и сооружения. Энергетическая эффективность»). Для их соблюдения применяются высокоэффективные теплоизоляционные материалы.

Значительная экономия теплоты при сравнительно небольших капиталовложениях обеспечивается за счет автоматики регулирования. При установлении оптимального режима работы экономия теплоты может составить 20 % и более годового потребления без нарушения теплового режима здания и санитарных норм.

#### ***Реконструкция окон с заменой остекления в двойных переплетах стеклопакетами***

Стеклопакет представляет собой соединенные на определенном расстоянии друг от друга 2 или 3 стекла. В качестве материала, обеспечивающего требуемое расстояние между стеклами, применяется алюминиевый перфорированный профиль коробчатого сечения, внутрь которого засыпается зернистый осушитель воздуха –

силикогель. Из пространства между стеклами может быть откачан воздух, а пространство заполнено инертным газом, в основном аргоном. Рама стеклопакета может быть выполнена из древесины или ПВХ. Древесина обрабатывается специальной защитной пропиткой от влаги, насекомых, воздействия солнца. В окнах весьма точная подгонка деталей, коробка и створки со временем почти не дают усадки. Окна из ПВХ-профиля очень плохо пропускают воздух, что приводит к повышению влажности в помещениях и ограничивает их применение в жилых зданиях. Для решения проблемы воздухопроницаемости изготовители предлагают различные варианты: вентиляционные клапаны, специальное положение ручки и т. д.

При выборе конструктивного исполнения окон учитывают не только архитектурно-строительные особенности здания, его функциональное назначение, экономические возможности, но и руководствуются установленным в республике показателем нормативного значения приведенного сопротивления теплопередаче, то есть теплотехническими свойствами окна. В стеклопакетах с двойным остеклением различных конструкций показатель термического сопротивления ниже требуемого значения, а в трехстекольном окне – соответствует действующим нормам. Наибольший эффект достигается в результате использования в стеклопакете одного из стекол с селективным покрытием, способным отражать тепловые волны внутрь помещения и одновременно пропускать снаружи солнечное тепловое излучение.

По данным специалистов ГП «Институт НИПТИС им. Атаева С. С.» доля потерь теплоты через окна зданий, построенных до 1994 г., составляет приблизительно 16 %. Экономия теплоты при применении тройного стеклопакета по сравнению с двойным остеклением в деревянных переплетах по расчету (с учетом добавочного годового расхода теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через щели ограждающих конструкций оконных проемов) составляет 52 %–58 %. Таким образом, за счет данного мероприятия годовые затраты теплоты на отопление можно снизить на  $16 \% \cdot 0,58 = 9,3 \%$ .

Годовой расход теплоты с учетом установки стеклопакетов, ГДж:

$$Q_{\text{ост}}^{\text{г}} = (1 - 0,093) Q_0^{\text{г}}. \quad (2.1)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия, ГДж, составит

$$\Delta Q_{\text{ост}}^{\Gamma} = Q_0^{\Gamma} - Q_{\text{ост}}^{\Gamma} \cdot \quad (2.2)$$

Экономия в денежном выражении (годовой экономический эффект) составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ост}}^{\Gamma} = \Delta Q_{\text{ост}}^{\Gamma} T_{\Gamma} \cdot \quad (2.3)$$

где  $T_{\Gamma}$  – тариф на тепловую энергию, р./ГДж (численное значение выдается преподавателем).

### ***Утепление наружных стен***

В Беларуси на протяжении ряда лет успешно применяется легкая штукатурная система утепления «Термошуба», все компоненты которой производятся отечественными заводами.

Термошуба – это легкий теплоизоляционный материал с защитной тонкослойной армированной штукатуркой, прошедший необходимые испытания и выдержавший расчетные требования. Данным материалом утепляют ранее построенные здания (проводят так называемую тепловую модернизацию), что позволяет, помимо прочего, улучшить их внешний вид, а в ряде случаев защитить разрушающиеся фасады. Термошубу применяют также для утепления вновь строящихся зданий.

По оценке специалистов доля потерь теплоты через наружные стены старых зданий составляет около 42 %. Возможная экономия теплоты при утеплении стен в соответствии с требуемыми нормами может достигать 60 %. Таким образом, за счет данного энергосберегающего мероприятия годовые затраты теплоты на отопление можно снизить на  $42 \% \cdot 0,6 = 25 \%$ .

Следует учесть, что замена стеклопакетов уже позволила сократить некоторое количество теплоты на отопление  $\Delta Q_{\text{ост}}^{\Gamma}$ . Поэтому для определения годового расхода с учетом утепления наружных стен, ГДж, процент экономии следует определять не от расчетного годового расхода теплоты  $Q_0^{\Gamma}$ , а от годового расхода с учетом установки стеклопакетов  $Q_{\text{ост}}^{\Gamma}$ .

Годовой расход теплоты с учетом утепления наружных стен, ГДж:

$$Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} = (1 - 0,25) Q_{\text{ост}}^{\Gamma} \quad (2.4)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия составит, ГДж:

$$\Delta Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} = Q_{\text{ост}}^{\Gamma} - Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} \quad (2.5)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \Xi_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} = \Delta Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} T_{\Gamma} \quad (2.6)$$

### ***Утепление ниш под радиаторы с установкой отражающих экранов***

Для размещения радиаторов под окнами внутри зданий сооружают ниши. Это позволяет улучшить архитектурный вид устанавливаемых отопительных приборов и увеличить полезно используемую площадь помещения. В месте расположения ниши стена имеет меньшую толщину, при этом температура воздуха в зоне ниши выше требуемой температуры (+18 °С) на 10 °С–15 °С. Таким образом, ниши являются своеобразными мостиками холода и являются зонами повышенных теплопотерь. Для улучшения теплозащитных свойств наружных ограждений поверхность ниш подвергают тепловой защите, а для направления теплового потока внутрь помещения устанавливают с зазором между стенкой и радиатором отражающую поверхность из алюминиевой фольги или зеркальной иллюминизированной пленки.

Доля потерь теплоты через ниши зависит от их количества и размеров. В среднем утепление ниш под радиаторы позволяет экономить до 2,5 %–3,0 % теплоты на отопление. Расчет годовой потребности теплоты проводится аналогично расчету утепления наружных стен с учетом предыдущего энергосберегающего мероприятия.



Годовой расход теплоты с учетом утепления ниш под радиаторы, ГДж:

$$Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} = (1 - 0,03)Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} . \quad (2.7)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия составит, ГДж:

$$\Delta Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} = Q_{\text{нар.ст}}^{\Gamma} - Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} . \quad (2.8)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ниши}}^{\Gamma} = \Delta Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} T_{\Gamma} . \quad (2.9)$$

### ***Утепление кровли***

При недостаточном значении термического сопротивления теплопередаче покрытия проводят дополнительную его теплоизоляцию различного рода утеплителями. По оценке специалистов экономия теплоты при утеплении кровли по сравнению со старыми утеплителями составляет 75 %. При доле теплопотерь через покрытие в размере 10 % снижение расхода теплоты на отопление составляет 7,5 %, по сравнению с вариантом без утепления. Расчет годовой потребности теплоты на отопление с учетом утепления кровли проводится аналогично другим мероприятиям.

Годовой расход теплоты с учетом утепления кровли, ГДж:

$$Q_{\text{кровли}}^{\Gamma} = (1 - 0,075)Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} . \quad (2.10)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия составит, ГДж:

$$\Delta Q_{\text{кровля}}^{\Gamma} = Q_{\text{ниши}}^{\Gamma} - Q_{\text{кровли}}^{\Gamma} . \quad (2.11)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{кровли}}^{\Gamma} = \Delta Q_{\text{кровля}}^{\Gamma} T_{\Gamma} . \quad (2.12)$$

### ***Автоматизация теплопотребления***

В индивидуальных тепловых пунктах (ИТП) общественных и административных зданий устанавливают регуляторы расхода, позволяющие автоматически поддерживать расход теплоты в системах отопления по заданному отопительному графику в зависимости от температуры наружного воздуха, автоматически регулировать температуру воды в системах горячего водоснабжения и температуру воздуха в системах вентиляции. Также регуляторы позволяют автоматически снижать расход теплоты на отопление в нерабочее время, выходные и праздничные дни.

В большинстве неутепленных зданий температурный режим не соответствует нормам. Повысить температуру воздуха в помещениях зачастую не удастся по сугубо техническим причинам (объект находится на концевом участке тепловой сети и др.). Установка автоматики в таком случае не даст существенной экономии теплоты, так как при недостаточном отоплении снижение расхода сетевой воды приведет к еще более некомфортным условиям.

После проведения тепловой модернизации теплопотери в здании снизятся, поэтому для регулировки температурного режима следует в обязательном порядке устанавливать систему автоматического регулирования отопления.

Принцип работы регулятора для контура отопления заключается в следующем. Блок управления с помощью датчиков температуры определяет температуру теплоносителя, поступающего в систему отопления, и температуру наружного воздуха и формирует управляющий сигнал на открытие регулирующего клапана, когда значение температуры теплоносителя ниже требуемого значения. Если значение температуры выше требуемого, то клапан прикрывается. Блок регулятора имеет возможность чередовать режимы поддержания расчетной (+18 °C) и пониженной температуры (при которой не происходит замораживания воды в трубопроводах системы отопления) по заранее установленной программе. Так как регулятор снабжен таймером времени, то заранее можно задать месяцы, дни недели и часы, когда требуется поддерживать пониженный расход теплоты и, соответственно, пониженную температуру воздуха в помещении. Это нерабочие часы рабочих дней, выходные и праздничные дни.

Принцип работы регулятора для контура горячего водоснабжения заключается в том, что блок управления с помощью датчика температуры определяет температуру горячей воды на выходе из теплообменника и сравнивает ее с заданным значением. Когда значение температуры горячей воды ниже требуемой, регулирующий клапан открывается; когда выше требуемой – закрывается. Блок управления имеет функцию чередования режимов поддержания комфортной и пониженной температуры в системе горячего водоснабжения по заранее установленной недельной программе.

Принцип работы регулятора для системы вентиляции схож с принципом работы для системы отопления, но поддерживается на заданном уровне температура воздуха в помещении.

Экономия теплоты в системе отопления при применении автоматического регулирования может быть достигнута за счет того, что в нерабочее время до 30 % снижается расход теплоты в результате прикрытия регулирующего клапана и, соответственно, уменьшения расхода горячей сетевой воды. При этом годовой расход теплоты будет складываться из трех составляющих:

- расхода в рабочие часы рабочих дней;
- расхода в нерабочие часы рабочих дней;
- расхода в выходные и праздничные дни.

Поэтому необходимо определить количество рабочих дней на протяжении отопительного периода. Для этого по календарю, вычитая субботы и воскресения, а также даты государственных праздников, приходящиеся на рассматриваемый период, определяем количество рабочих дней отопительного сезона:  $n_{\text{ор}} = n_o - n_{\text{опр}}$ . В зависимости от числа рабочих смен число часов работы системы отопления может быть  $z_p = 8; 16$  или  $24$  ч. Соответственно, нерабочие часы  $z_{\text{нр}} = 16; 8$  ч.

Так как удельная характеристика на отопление  $q_{\text{оз}}$  после замены окон и утепления наружных ограждений уменьшится, то необходимо найти новое значение максимального расхода теплоты на отопление  $\Phi_{\text{оз}}$ . Как следует из выражения (1.5) годовой расход  $Q_0^r$  прямо пропорционален  $\Phi_0$ . Следовательно

$$Q_0^r / Q_{\text{кровли}}^r = \Phi_0 / \Phi_{\text{оз}}. \quad (2.13)$$

Годовой расход теплоты на отопление с учетом автоматизации, ГДж, можно вычислить по следующему выражению:

$$Q_{oa}^{\Gamma} = 3,6 (\Phi_{o3} z_p n_{op} \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{H.o}} + 0,7 \Phi_{o3} z_{np} n_{op} \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{H.o}} + 0,7 \Phi_{o3} z_o n_{opr} \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{H.o}}) 10^{-3}. \quad (2.14)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия составит, ГДж:

$$\Delta Q_{oa} = Q_{кровли}^{\Gamma} - Q_{oa}^{\Gamma}. \quad (2.15)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{oa} = \Delta Q_{oa} \cdot T_T. \quad (2.16)$$

Экономия теплоты в системе вентиляции при применении автоматического регулирования может быть достигнута за счет того, что в рабочее время, снижается расход теплоты за счет прикрытия регулирующего клапана (в среднем на 15 %).

Годовой расход теплоты на вентиляцию зданий с учетом автоматизации, ГДж, можно определить по следующему выражению:

$$Q_{ba}^{\Gamma} = 3,6 (0,85 \Phi_B z_B n_o \frac{t_B - t_{cp.o}}{t_B - t_{H.o}}) 10^{-3}. \quad (2.17)$$

Экономия теплоты на вентиляционные нужды составит, ГДж:

$$\Delta Q_{ba} = Q_B^{\Gamma} - Q_{ba}^{\Gamma}. \quad (2.18)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{ba} = \Delta Q_{ba} \cdot T_T. \quad (2.19)$$

Экономия теплоты в системе горячего водоснабжения может быть достигнута за счет того, что в течение суток расход теплоносителя снижается на 20 % в результате прикрытия автоматического регулирующего клапана и замены проточного водонагревателя пластинчатым теплообменником.

Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение, как с учетом автоматизации, так и замены водонагревателя, ГДж, можно определить по следующему выражению:

$$Q_{\text{ГВА}}^{\text{Г}} = 3,6 \cdot 0,8 [\Phi_{\text{Г.В}}^{\text{СР}} z_o n_o + \Phi_{\text{Г.В}}^{\text{Л}} z_o (350 - n_o)] 10^{-3}. \quad (2.20)$$

Экономия теплоты на нужды горячего водоснабжения составит, ГДж:

$$\Delta Q_{\text{ГВА}} = Q_{\text{ГВ}}^{\text{Г}} - Q_{\text{ГВА}}^{\text{Г}}. \quad (2.21)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ГВА}} = \Delta Q_{\text{ГВА}} \cdot T. \quad (2.22)$$

### ***Установка термостатических регуляторов на отопительных приборах и балансировочных клапанов на стояках***

Снижение теплопотребления на нужды отопления за счет утепления наружных ограждающих конструкций и внедрения автоматики в ИТП (местное регулирование) должно в обязательном порядке сопровождаться повышением эффективности работы системы отопления в помещениях (индивидуальное регулирование). Термостатические регуляторы (ТР) необходимо установить на нагревательных приборах в каждом помещении с целью поддержания заданного комфортного температурного режима. Балансировочные клапаны на стояках позволяют произвести гидравлическую увязку системы отопления при работающих ТР.

Согласно Методическим рекомендациям по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий экономия тепловой энергии за счет поддержания комфортной температуры и ликвидации весенне-осенних перетопов в помещениях общественных зданий принимается на основе практических работ и составляет до 10 % от годового расхода теплоты на отопление (примем 7,5 %). При расчете экономии теплоты за счет

установки ТР и балансировки расчетное значение годового расхода теплоты на отопление следует принимать равным значению, достигнутому после выполнения мероприятий по замене окон, утеплению наружных стен и ниш под радиаторы, кровли и установки автоматики отопления в ИТП.

Годовой расход теплоты с учетом установки термостатических регуляторов и балансировочных клапанов, ГДж:

$$Q_{\text{ТР}}^{\Gamma} = (1 - 0,075) Q_{\text{ОА}}^{\Gamma} . \quad (2.23)$$

Экономия теплоты на отопительные нужды с учетом данного мероприятия составит, ГДж:

$$\Delta Q_{\text{ТР}}^{\Gamma} = Q_{\text{ОА}}^{\Gamma} - Q_{\text{ТР}}^{\Gamma} . \quad (2.24)$$

Годовой экономический эффект составит, р.:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \Delta Q_{\text{ТР}}^{\Gamma} \cdot T_{\text{Т}} . \quad (2.25)$$

### Задание

Определить годовые расходы, экономию теплоты, годовой экономический эффект энергосберегающих мероприятий.

Данные для расчета по согласованию с преподавателем принимаются по табл. А.1, А.2 приложения А.

### Контрольные вопросы

1. Какими мероприятиями может быть достигнута экономия теплоты на отопление зданий?
2. Как определяется годовой расход теплоты энергосберегающих мероприятий?
3. Как определяется экономия теплоты энергосберегающих мероприятий?
4. Как определяется годовой экономический эффект энергосберегающих мероприятий?
5. Каким образом происходит работа регуляторов для контуров отопления, вентиляции и горячего водоснабжения?
6. От каких показателей зависит годовой расход теплоты системы отопления при автоматизации теплопотребления?