

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)**

**ПРОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ОБСЛЕДОВАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ  
КОНСТРУКЦИЙ МНОГОКВАРТИРНОГО  
ДОМА**

**САМАРА 2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

(Самарский университет)

## **Проведение энергетического обследования ограждающих конструкций многоквартирного дома**

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» в качестве методических указаний

С А М А Р А

Издательство Самарского университета

2017

Составители: Бирюк В.В., Угланов Д. А., Клентак А.С.,  
Филинова А.С.

Рецензент: д.т.н., доцент Иголкин А.А.

**Проведение энергетического обследования  
многоквартирного дома: метод. указания / сост. Бирюк В.В.,  
Угланов Д. А., Клентак А.С., Филинова А.С.– Самара: Изд-во  
Самарского университета, 2017. – 26 с.: ил.**

Представлен структурированный комплекс мероприятий, направленных на получение качественной экспертной информации об объемах, параметрах и условиях потребления топливно-энергетических ресурсов объектами энергетического обследования для последующей реализации мер по оптимизации их использования.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 160301.65 Авиационные двигатели и энергетические установки, а также по направлению подготовки магистров 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов. Разработаны на кафедре теплотехники и тепловых двигателей.

Учебное издание

**Проведение энергетического обследования многоквартирного дома**

Методические указания

Составители: Бирюк В.В., Угланов Д. А., Клентак А.С., Филинова А.С.

Редактор

Доверстка

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л..  
Тираж экз. Заказ . Арт. - /2017.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)  
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

---

Изд-во Самарского университета.  
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ (ФАСАДОВ) .....	10
1.1 Методика определения значений теплотерь зданий за отопительный период .....	11
2. ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ (КРЫША) .....	14
3 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ .....	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	266

## ВВЕДЕНИЕ

Требования к повышению тепловой защиты зданий и сооружений, основных потребителей энергии, являются важным объектом государственного регулирования. Эти требования рассматриваются также с точки зрения охраны окружающей среды, рационального использования невозобновляемых природных ресурсов и уменьшения влияния «парникового» эффекта и сокращения выделений двуоксида углерода и других вредных веществ в атмосферу.

Одновременно с созданием эффективной тепловой защиты принимаются меры по повышению эффективности инженерного оборудования зданий, снижению потерь энергии при ее выработке и транспортировке, а также по сокращению расхода тепловой и электрической энергии путем автоматического управления и регулирования оборудования и инженерных систем в целом.

Получение объективных данных об объеме потребляемых энергетических ресурсов, оценка эффективности их использования и потенциала энергосбережения возможны при проведении энергетического обследования МКД, результаты которого служат основой для разработки перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Для каждого здания существует своя характерная причина основных тепловых потерь в окружающую среду. Для панельных объектов преобладающими являются потери тепла через поверхность самих стеновых панелей и негерметичные межпанельные швы, для кирпичных домов в наибольшей степени характерны потери тепла через окна, двери и через так называемые «мостики холода» перекрытий – элементы строительных конструкций, имеющие высокую теплопроводность.

В местах образования «мостиков холода» температура поверхности ограждающей конструкции дома в холодное время года становится ниже температуры «точки росы», что приводит к конденсации содержащихся в воздухе водяных паров. Данный процесс оказывает разрушающее воздействие на конструкционный материал стен и является причиной возникновения в помещениях сырости и плесени.

Наиболее проблемными с точки зрения величины тепловых потерь являются стены (фасады) зданий, поскольку их площадь многократно превышает площадь других ограждающих конструкций, через которые возможны потери тепла.

Кровля по теплофизическим показателям является одним из наиболее проблемных элементов здания. Потери тепла многоквартирным домом через его крышную конструкцию (кровлю, чердачное перекрытие) могут достигать 40% от их общего количества, в то же время характерные для России жесткие климатические условия требуют от кровельных материалов высокой теплостойкости летом, устойчивости к низким температурам зимой, к частым переходам через 0 °С и к ультрафиолетовому излучению.

Проведение энергетического обследования инженерных систем многоквартирного дома с применением инструментальных методов позволяет объективно установить причины повышенных потерь топливно-энергетических ресурсов (далее - ТЭР) в процессе его эксплуатации (на основе анализа имеющейся технической и договорной документации об объекте и результатов его визуального и инструментального обследования) и выработать предложения по их минимизации за счет выполнения в процессе капитального ремонта многоквартирного дома необходимых энергоресурсосберегающих мероприятий (мероприятия), обеспечивающих рациональное использование ТЭР.

Эффективная эксплуатация жилых зданий в современных условиях невозможна без применения энергосберегающих технологий –

использования современных, отвечающих международным стандартам качества, материалов, применения аппаратуры измерения и регулирования количества потребляемых энергоресурсов, замены изношенных элементов внутридомовых инженерных сетей на новые, установки эффективного энергопотребляющего оборудования.

Энергетическое обследование жилых зданий представляет собой структурированный комплекс мероприятий, направленных на получение качественной экспертной информации об объемах, параметрах и условиях потребления объектами обследования ТЭР для последующей реализации мер по оптимизации их использования.

Энергетическое обследование многоквартирного дома включает в себя следующие основные этапы:

*Сбор и анализ исходной информации:*

проводится сбор основных сведений об объекте (данные из технического паспорта МКД, данные об электро-, тепло-, водопотреблении);

проводится сбор технической информации (документация по организации учета энергоресурсов и регулирования их потребления, проектная документация по объекту, договоры на потребление ТЭР, техническая документация на используемое энергопотребляющее оборудование);

при осмотре здания и его инженерных коммуникаций проверяется: состояние учета энергоресурсов, состояние электросетей и электрооборудования, состояние внутренних тепловых сетей, сетей холодного и горячего водоснабжения (далее – ГВС), сетей водоотведения.

*Обследование объекта (инструментальное, по имеющимся стационарным измерительным приборам, с применением расчетных методов):*



определение параметров качества электрической энергии (токовых нагрузок, уровней напряжения, коэффициентов мощности);

определение фактических потерь тепла трубопроводом, температуры теплоносителя и внутреннего воздуха в помещениях;

тепловизионное обследование элементов инженерных систем МКД;

оценка потерь ТЭР;

измерение уровня освещенности основных и вспомогательных помещений.

*Анализ полученной информации об объекте:*

анализ проектной, эксплуатационной, технической, договорной документации;

анализ результатов осмотра объекта и данных, полученных в процессе его инструментального обследования.

*Разработка рекомендаций по энергосбережению.*

По результатам проведенного энергетического обследования разрабатываются рекомендации и перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности общего имущества МКД, выполняемых в ходе его капитального ремонта.

## 1 ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ (ФАСАДОВ)

Результаты замеров температур ограждающих конструкций многоквартирного дома при проведении инструментального обследования и расчета плотности тепловых потоков в реперных зонах были использованы для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций фасада.

Сопротивление теплопередаче определяется исходя из температур поверхности ограждающих конструкций внутри и снаружи здания:

$$R = \frac{t_{in} - t_h}{q}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W},$$

где  $t_{in}$  – температура поверхности конструкции внутри здания,  $^\circ C$ ;

$t_h$  – температура поверхности конструкции снаружи здания,  $^\circ C$ ;

$q$  – плотность теплового потока,  $W/m^2$ .

Приблизительно плотность теплового потока может быть рассчитана по формуле (без учета излучения):

$$q = \alpha \cdot (t_h - t_H), \frac{W}{m^2}$$

где  $t_H$  – температура воздуха снаружи здания на момент замеров,  $^\circ C$ .

$\alpha$  – коэффициент конвективного теплообмена,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , который для наружной поверхности приблизительно может быть вычислен по формуле Франка<sup>1</sup>:

$$\alpha = 7,74v^{0,656} + 3,78e^{-1,91v},$$

где  $v$  – скорость ветра, м/с;  $e = 2,718$  – основание логарифма.

---

<sup>1</sup>Теплопотери здания. Справочное пособие / Е. Г. Малявина. — 2-е изд., испр. — М. : АВОК-ПРЕСС, 2011. — 144 с. — 1 000 экз. — ISBN 978-5-98267-067-0.

Для расчета величины  $R$  использовались данные тепловизионной съемки (температуры) характерные для отдельных зон фасада (ограждающие стеновые конструкции квартир и подъездов).

По полученным значениям плотности теплового потока рассчитываются потери тепловой энергии через ограждающие конструкции, приведенные к среднесезонным условиям:

$$Q = \frac{q \cdot S \cdot D_d \cdot 24}{(t_B - t_H)} \cdot k, \text{ Гкал}$$

где  $S$  – площадь поверхности ограждающей конструкции;

$t_B$  – температура воздуха внутри здания на момент замеров, °С;

$k$  – коэффициент перевода из Вт·ч в Гкал,  $8,598 \cdot 10^{-7}$ ;

$D_d$  – градусо-сутки отопительного периода по СП 50.13330.2012:

$$D_d = (t_{\text{вн.возд.}} - t_{\text{от}}) Z_{\text{от}}, \text{ °С} \cdot \text{сут/год},$$

где  $t_{\text{вн.возд.}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по ГОСТ 30494-2011 (в интервале 20-22 °С) равной 21°С;

$t_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая по СП 131.13330.2012 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°С равной -5,2°С;

$Z_{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, сут/год, принимаемая по СП 131.13330.2012 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°С равной 203 сут/год.

### **1.1 Методика определения значений теплопотерь зданий за отопительный период**

Общие теплопотери здания  $Q_h$ , МДж, за отопительный период следует определять по формуле:

$$Q_h = 0.0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{SUM}, \quad (1)$$

где  $K_m$  – общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), определяемый по формуле:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}, \quad (2)$$

$K_m^{tr}$  - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), определяемый по формуле:

$$K_m^{tr} = (A_w/R_w^r + A_F/R_F^r + A_{ed}/R_{ed}^r + n \cdot A_{c1}/R_{c1}^r + n \cdot A_f/R_f^r)/A_e^{SUM}, \quad (3)$$

$$K_m^{tr} = (4080/R_w^r + A_F/R_F^r + A_{ed}/R_{ed}^r + n \cdot A_{c1}/R_{c1}^r + n \cdot A_f/R_f^r)/A_e^{SUM}$$

$A_w, R_w^r$  - площадь, м<sup>2</sup>, и приведенное сопротивление теплопередаче, (м<sup>2</sup>·°C)/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

$A_F, R_F^r$  – то же, заполнения светопроемов (окон, витражей, фонарей);

$A_{ed}, R_{ed}^r$  – то же, наружных дверей и ворот;

$A_f, R_f^r$  – то же, цокольных перекрытий;

$A_{c1}, R_{c1}^r$  – то же, чердачных перекрытий;

$n$  - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 2;

Таблица 2 – Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент $n$
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0.9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0.75

4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0.6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0.4

$D_d$  – Градусо-сутки отопительного периода, °С ·сут, определяют по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht}, \quad (4)$$

где  $t_{вн.возд}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по ГОСТ 30494-2011 (в интервале 20-22 °С) равной 21°С;

$t_{от}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая по СП 131.13330.2012 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°С равной -5,2°С;

$A_e^{sum}$  – общая площадь внутренних поверхностей, наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, м<sup>2</sup>.

$K_m^{inf}$  – условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяемый по формуле:

$$K_m^{inf} = 0.28 \cdot C \cdot n_a \cdot b_v \cdot V_h \cdot r_a^{ht} \cdot k / A_e^{SUM}, \quad (5)$$

где  $C$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

$b_v$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать  $b_v = 0,85$ ;

$V_h$  – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м<sup>3</sup>;

$r_a^{ht}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м<sup>3</sup>;

$$r_a^{ht} = 353 / [273 + 0.5 \cdot (t_{int} + t_{ext})], \quad (6)$$

$n_a$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч<sup>-1</sup>;

$t_{ext}$  - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01.

$k$  - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях

## 2. ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ (КРЫША)

Результаты замеров температур ограждающих крышных конструкций многоквартирного дома при проведении инструментального обследования и расчета плотности тепловых потоков в реперных зонах могут быть использованы для определения их сопротивления теплопередаче.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется с учетом термического сопротивления рассматриваемой ограждающей конструкции:

$$R = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{н}}, \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}},$$

где  $\alpha_{в}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций Вт/м<sup>2</sup>°С, принимаемый равным 8,7 Вт/м<sup>2</sup>°С по СП 50.13330.2012;

$R_k$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции,  $\frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$ ;

$\alpha_{н}$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>°С, принимаемый равным 12 Вт/м<sup>2</sup>°С по СП 50.13330.2012.

Термическое сопротивление  $R_k$ ,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ , ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ .

Термическое сопротивление  $R$ ,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ , слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя,  $\text{Вт/м °C}$ .

Приблизительно плотность теплового потока может быть рассчитана по формуле (без учета излучения):

$$q = \frac{t_B - t_H}{R}, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $t_H$  - температура воздуха в чердачном помещении,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$t_B$  - температура воздуха в жилом помещении,  $^{\circ}\text{C}$ .

### **3 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

#### ***1) Мероприятия для ограждающих конструкций.***

##### **Мероприятия для фасада.**

При тепловом сопротивление ограждающих конструкций многоквартирного жилого дома ниже нормативных значений, установленных СП 50.13330.2012, требуется принятия мер по улучшению их теплозащитных свойств для снижения величины потерь тепла зданием в окружающую среду.

В качестве приоритетных энергосберегающих мероприятий, выполнение которых целесообразно в процессе капитального ремонта многоквартирного дома, следует рассматривать утепление его стен с наружной стороны за счет формирования, например, трехслойной ограждающей конструкции, в которой внутренняя несущая часть представлена исходным конструкционным материалом, а наружные слои выполнены из эффективного утеплителя и декоративного отделочного материала. Также целесообразными будет проведение замены деревянных оконных конструкций на двойные стеклопакеты в блоках из ПВХ, так как в данной части дома происходит значительная потеря тепла. Такая схема позволяет получить максимально облегченные ограждающие конструкции здания с требуемым значением сопротивления теплопередаче.

##### **Мероприятия для крыши.**

В случае, когда тепловое сопротивление ограждающих крышных конструкций многоквартирного жилого дома существенно ниже нормативных значений установленных СП 50.13330.2012 требуется принятие мер по улучшению их теплозащитных свойств, для снижения величины потерь тепла через крышу здания в окружающую среду.

В качестве приоритетного энергосберегающего мероприятия, выполнение которого целесообразно в процессе капитального ремонта многоквартирного дома, следует рассматривать утепление наружной поверхности чердачного



перекрытия посредством, например, засыпки слоя керамзита (гравий керамзитовый, фракция 10-20 мм, марка 400, коэффициент теплопроводности 0,09).

Согласно СП 50.13330.2012 величина сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $R$  должна быть не менее установленного им нормативного значения сопротивления теплопередаче крыши жилых помещений  $R_{\text{норм}}$ :

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{x} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \geq 4,3 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$$

где  $\delta$  – толщина слоя засыпки утеплителя.

Выполнение вышеуказанных работ одновременно с ремонтом кровли позволит получить максимально облегченные ограждающие крышные конструкции многоквартирного дома с требуемым значением сопротивления теплопередаче, а также исключить негативное влияние окружающей среды на конструктивные элементы и жилые помещения здания.

## **2) Мероприятия для инженерных систем.**

### **Установка приборов учета (коллективных и индивидуальных)**

Сама по себе установка приборов учета энергоресурсов не является энергосберегающим мероприятием, но без нее невозможна объективная оценка реальной экономии ТЭР от внедрения энергосберегающих мероприятий. Кроме того, сумма оплаты за реально потребленную энергию в подавляющем большинстве случаев существенно меньше суммы, начисленной энергоснабжающей организацией на основании утвержденных нормативов потребления. Согласно требованиям законодательства установка приборов учета является обязательной для всех потребителей ТЭР.

### **Замена ламп накаливания на энергоэффективные**

Для внутридомового освещения замена ламп накаливания на энергоэффективные, в том числе, на компактные люминесцентные лампы (далее - КЛЛ) является бесспорным энергоэффективным мероприятием. Несмотря на относительно высокую стоимость (например, цена лампы «Космос» российского производства мощностью 20 Вт составляет 120 руб.), КЛЛ имеет два существенных преимущества:

- во-первых, время ее работы примерно в 6 раз превышает время работы аналогичной по светоотдаче лампы накаливания мощностью 100 Вт по цене 12 руб., т.е. разрыв в цене значительно сокращается, сокращаются и затраты на частую замену ламп (особенно в труднодоступных местах);

- во-вторых, за 6000 часов жизненного цикла она потребит 120 кВт\*час на сумму 396 руб. (по среднему тарифу на 2015 год по г. Самаре 3,3 руб./кВт\*час), за то же время лампа накаливания (если проработает столько времени) потребит 600 кВт\*час на сумму 1980 руб.

Таким образом, экономия от замены лампы накаливания на КЛЛ составит:  
 $(12 \cdot 6 + 1980) - (120 + 396) = 1536$  руб.

Даже с учетом пессимистического мнения, что светоотдача КЛЛ не в 5 раз, а только в 3-4 раза превышает светоотдачу ламп накаливания экономия от каждой КЛЛ составляет не менее 700 руб. за период ее жизненного цикла в 6000 часов. Если КЛЛ используется в среднем 8 часов в сутки, то, как минимум два года она будет давать экономию по 300 руб./год.

### **Установка автоматических устройств включения и выключения внутридомового и наружного освещения**

В настоящее время началось широкое распространение автоматических устройств управления освещением, позволяющих включать его только при необходимости: в темное время суток и при обязательном присутствии человека, за счет использования датчиков освещенности, звуковых, инфракрасных, движения и др. Стоимость таких устройств невысока, за 300

руб. можно приобрести надежное устройство, автономно управляющее одиночным светильником. При групповом управлении их стоимость (в расчете на один светильник) еще ниже.

Оценим достигаемый эффект экономии на примере одиночного светильника мощностью 60 Вт, установленного в подъезде жилого дома. В неуправляемом режиме светильник будет гореть постоянно, как минимум в темное время суток, если жильцы не будут забывать отключать его в светлое время суток, а это около 4300 часов в год. За такое время он потребит 258 кВт\*час электроэнергии на сумму 851 руб. (тариф - как в предыдущем расчете). Согласно известным данным статистики, в проходных местах общего пользования МКД реальное время пребывания людей не превышает 10% от общего времени работы светильников, т.е. 90% времени освещение используется неэффективно. Следовательно, на одном светильнике, снабженном автоматическим устройством управления освещением, за год экономия составит около 230 кВт\*час электроэнергии на сумму 766 руб. Таким образом автоматическое устройство окупится менее чем за полгода.

### **Применение частотно-регулируемого привода (далее – ЧРП)**

Частотно-регулируемый привод (частотно-управляемый привод) - система управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) электродвигателя, состоит из собственно электродвигателя и частотного преобразователя.

Основные преимущества применения ЧРП:

Экономия электроэнергии в случае переменной (неполной) нагрузки (эффект экономии составляет 20-50 %);

Пусковой момент равный максимальному;

Увеличение эксплуатационного ресурса оборудования;

Плавный пуск двигателя, что значительно уменьшает его износ;

Значительное снижение акустического шума электродвигателя, (при использовании функции «Мягкая ШИМ»).

Диапазон применения ЧРП очень широк - они применяются в конвейерных системах, мешалках, насосах, вентиляторах, компрессорах, бытовых инверторных сплит-системах, бытовой технике, на электротранспорте, подъемниках, лифтах, системах автоматически открывающихся дверей.

Наибольший экономический эффект применение ЧРП дает в системах вентиляции, кондиционирования и водоснабжения, где его использование фактически становится стандартным.

Классический пример применения ЧРП – поддержание насосными агрегатами давления в системах водоснабжения. В традиционных схемах они постоянно функционируют с постоянной частотой вращения, без учета изменяющихся расходов воды. При минимальном расходе насосы продолжают работу с постоянной частотой вращения, создавая избыточное давление в сети (частая причина аварий), при этом бесполезно расходуется значительное количество электроэнергии. Так, к примеру, происходит в ночное время суток, когда потребление воды резко падает. В случае применения ЧРП экономический эффект достигается не только за счет экономии электроэнергии, но и благодаря существенному уменьшению затрат на ремонт водопроводных сетей.

По имеющимся данным срок окупаемости проекта по внедрению преобразователей частоты составляет от 3 месяцев до 2 лет.

### **Замена или модернизация электродвигателей**

Суть мероприятия состоит, во-первых, в правильном подборе мощности электродвигателя. Так, например, установка электродвигателя меньшей мощности, чем это необходимо по условиям работы привода, снижает производительность электропривода и делает его работу ненадежной. При этом сам электродвигатель при эксплуатации в подобных условиях может

быть поврежден. Установка же двигателя завышенной мощности вызывает излишние потери энергии при его работе, обуславливает дополнительные капитальные вложения, увеличение массы и габаритов двигателя. Зачастую же наблюдаются ситуации, когда выбранная много лет назад мощность двигателя далека от реально необходимой в настоящий момент и является избыточной.

Во-вторых, прогресс в проектировании и изготовлении электродвигателей позволил значительно повысить их энергоэффективность. В частности, только применение современных технологий изготовления обмоток двигателей позволяет после такой модернизации на 30-35% снизить пусковые токи при таком же повышении пускового момента двигателя, а также на 10-15% повысить  $\cos \phi$  и коэффициент полезного действия электродвигателя, а в сочетании с современными частотными преобразователями сократить потребление электроэнергии до 50%.

### 3.2. Отопление и ГВС

#### **Модернизация системы теплоснабжения**

Модернизация системы теплоснабжения приводит к значительной экономии затрат на отопление и горячее водоснабжение дома. Замена неисправной запорной арматуры и отдельных участков трубопроводов устраняет утечки горячей воды, а также теплоносителя в системе отопления. Монтаж эффективной теплоизоляции на теплопроводы системы отопления позволяет уменьшить теплоотдачу от трубопроводов системы отопления и снизить удельный расход тепла на отопление здания на 2-3 кВт/куб.м в год. Анализ результатов проведенного энергетического обследования МКД позволяет предложить следующие мероприятия по улучшению системы теплоснабжения:

**1. Реконструкция теплового узла** – замена существующего индивидуального теплового пункта системы отопления МКД на автоматизированный, обеспечивающий непрерывное регулирование подачи

теплоносителя на объект в зависимости от внешней температуры, дает возможность оптимизировать расход тепловой энергии. Такая мера обеспечивает сокращение теплопотребления в доме на 20 - 30% и окупается в течение 3 – 5 лет.

Применение в составе оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта реле времени циркуляционного насоса позволяет регулировать теплоотдачу системы отопления согласно заданному суточному графику, т.е. ночью насос не работает, но быстро обеспечивает нужные параметры воды утром. Благодаря такому насосу в зависимости от текущего состояния системы можно достичь до 10% экономии от общей отопительной нагрузки. При использовании таймера совместно с термостатическими регуляторами на радиаторах отопления этот показатель дополнительно улучшится на 20-30%.

**2. Балансировка стояков системы отопления, монтаж термостатических регуляторов.** Трубопроводы системы отопления и нагревательные элементы в обследованном МКД находятся в удовлетворительном состоянии. Система отопления не предусматривает возможности регулирования теплопотребления и распределения тепла, отсутствуют уравнивающие вентили на стояках и регулирующие термостатические вентили на радиаторах отопления. Поэтому в доме нет возможности обеспечить регулируемый поток теплоносителя, и неизбежны значительные различия температуры в его помещениях. Замена соединительных узлов отопительных приборов на регулируемые на подъемных и опускных разводящих трубопроводах системы отопления (стояках), позволит сбалансировать систему отопления для выравнивания параметров теплоносителя между подъемными и опускными трубопроводами системы отопления. Достигаемая вследствие этого экономия тепла составляет 4-18 кВт/м<sup>3</sup> в год. Балансировка системы отопления является эффективной мерой по уменьшению разницы между

внутренней температурой в разных помещениях здания, возникающей вследствие нерегулируемого распределения потока теплоносителя в трубах; она позволяет экономить до 30% тепла, поскольку в случае несбалансированной системы отопления, подача тепла регулируется по температуре наиболее прохладного помещения, в результате чего значительная часть помещений перетапливается и вследствие этого расходуется лишняя энергия. Мероприятия по балансировке системы отопления и монтаж термостатических регуляторов на отопительных радиаторах рекомендуется проводить совместно.

### **3. Установка теплоотражающих экранов за радиаторами отопления.**

Данное мероприятие позволяет сократить нерациональные потери тепла отопительными приборами, установленными у наружных стен здания. При отсутствии теплоотражающего экрана возможный перерасход тепловой энергии составляет  $5\div 7$  % от всей теплоотдачи прибора.

Теплоотражающий экран за радиатором отопления изолирует стены от нагрева, тем самым, понижая потери тепла зданием в окружающую среду. Установив теплоотражающий экран за радиатор отопления, можно повысить температуру внутри помещения, как минимум, на  $1\div 2$  °С.

### **4. Промывка системы отопления.**

Существенное негативное влияние на эффективность систем отопления оказывают загрязнения внутренних поверхностей трубопроводов и радиаторов отопления механическими примесями, продуктами коррозии и отложениями солей жесткости. Статистика потери вследствие этого тепловой эффективности в многоквартирном жилом доме: после 1 года эксплуатации – 5%, после 2 лет – 15%, после 3 лет – более 25%. При высокой степени загрязненности системы отопления и ГВС поверхностными отложениями помимо ежегодной пневмогидравлической промывки целесообразна периодическая промывка с применением химических реагентов.

**5. Теплоизоляция труб.** В функции теплоизоляционного материала входит не только сохранение заданной температуры теплоносителя и снижение тепловых потерь в системе отопления и ГВС, но и предупреждение замерзания воды в случае застоя, а также замедление процесса коррозии наружных поверхностей трубопроводов, что продлевает срок их эксплуатации. Рекомендуется заменить теплоизоляцию на участках трубопроводов, представленных в таблице N, не соответствующих требованиям СП61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», экономия тепловой энергии при этом составит не менее 1177 Вт/час.

### **3.3 ХВС**

Для приведения системы ХВС в режим безаварийного и безопасного функционирования и снижения уровня расхода воды в данном МКД, при проведении ремонта рекомендуется следующие мероприятия:

- модернизация трубопроводов и запорной арматуры системы ХВС, путем их частичной или полной замены;
- промывка внутреннего водопровода и стояков;
- установка во всех квартирах индивидуальных счетчиков расхода воды, ремонт смесителей и душевых головок или замена их на современные экономичные модели, замена однорежимных сливных бачков на двухрежимные.

Результаты визуального и инструментального обследования системы водоотведения указывают на значительные отклонения ее технических параметров от нормативных требований СНиП 2.04.01-85\* Внутренний водопровод и канализация зданий и СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.



Для приведения системы канализации в режим безаварийного и безопасного функционирования и повышения уровня качества проживания в данном МКД, при проведении ремонта рекомендуется следующее:

- очистка труб химическим, механическим или гидродинамическим методами в целях удаления затвердевших засоров и отложений с внутренней поверхности трубопроводов. При этом к использованию агрессивных химических растворов необходимо относиться с осторожностью, требуется внимательно изучать их состав, учитывая, что некоторые химические элементы могут повредить соединительные манжеты на стыках трубопроводов. Наиболее эффективным считается одновременное применение химической и гидродинамической очистки под сильным давлением воды;
- ремонт или частичная замена отдельных частей трубопроводов, комплектующих;
- ремонт и замена запорной арматуры.

В случае проведения ремонта канализации с заменой значительного количества трубопроводов, рекомендуется применение трубопроводов и комплектующих изготовленных из полимерных материалов, основным преимуществом которых является неподверженность коррозии и препятствование образованию отложений на внутренней поверхности труб.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит объектов коммунального хозяйства и промышленных предприятий. Ассоциация энергоменеджеров. Москва, 1998, 108 с.
2. Гаврилин А.И., Косяков С.А., Литвак В.В. и др. Введение в энергосбережение. Учебное пособие. "Курсив плюс", Томск, 2000, 136 с.
3. Данилов О.Л., Леончик Б.И. Научные основы энергосбережения. М.:МГУПП, 2000, 153 с.
4. Плущевский М.Б. Основы общей концепции нормативно-технического обеспечения ресурсосбережения в промышленности. - Киев.: Общество "Знание", 1992, 12 с.
5. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», 6. утвержден Федеральным законом от 29.12.2004 № 188-ФЗ
6. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
8. ГОСТ 30494-2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
9. ГОСТ 26629-85 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций