

УДК 620

## ЭКОНОМИЯ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

О.Г. Полякова<sup>1</sup>

### Аннотация

В статье рассматриваются примеры энергоэффективных мероприятий и оценка их экономической эффективности.

*Ключевые слова:* энергоэффективные мероприятия, годовая экономия.

Энергоэффективность жилого дома обеспечивается только комплексным подходом к проектированию, который обеспечивается правильным выбором формы здания, исходя из коэффициента компактности; учет ориентации по сторонам света и с учетом розы ветров региона, а также, расчет оптимальных параметров ограждающих конструкций. Также на энергоэффективность жилого дома оказывает влияние технологии «Умный» дом.

Рассмотрим примеры расчетов годовой экономии некоторых энергоэффективных мероприятий применительно для территории Владимирской области.

#### 1. Применение ПВХ-пленки для окон.

Светопрозрачную пленку применяют для снижения потерь тепла через остекление. Толщина плен 80 мкм. ПВХ-пленку устанавливают с внутренней стороны стекла, а можно и в межрамное пространство. Создается эффект дополнительного стекла.

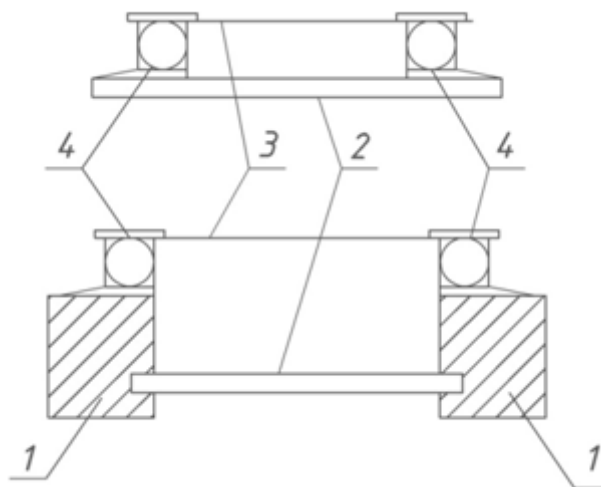


Рис. 1. Установка ПВХ-пленки с пластиковым замком:  
1-оконная рама; 2-стекло; 3-ПВХ-пленка; 4-замок

#### Исходные данные:

высота -1,4м

ширина - 1,3м

внутренняя температура воздуха в помещении  $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$

средняя температура воздуха за отопительный период  $t_{н}^{ср} = -3,5^{\circ}\text{C}$

продолжительность отопительного периода  $n = 213$  суток

<sup>1</sup>Полякова Ольга Геннадьевна – магистрант, кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика», Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Россия, Россия.

Термическое сопротивление окон с двойным остеклением в спаренных переплетах  $R_1 = 0,4 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$  [1]

Термическое сопротивление трехкамерного ПВХ профиля  $R_2 = 0,6 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$

Расчет:

Теплопотери помещения через остекление определяются по формуле 1:

$$Q_1 = \frac{1}{R_1} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{ср}}) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где  $F [\text{м}^2]$  - площадь остекления;

$R_1 \left[ \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} \right]$  –сопротивление теплопередачи окон;

$t_{\text{в}} [\text{°C}]$ - внутренняя температура воздуха в помещении;

$t_{\text{н}}^{\text{ср}} [\text{°C}]$  - средняя температура воздуха за отопительный период

$$Q_1 = \frac{1}{0,4} \cdot 1,82 \cdot (21 - (-3,5)) \cdot 10^{-3} = 0,111 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = \frac{1}{R_2} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{ср}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где  $F [\text{м}^2]$  - площадь остекления;

$R_{12} \left[ \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} \right]$  –сопротивление теплопередачи ПВХ окон;

$t_{\text{в}} [\text{°C}]$ - внутренняя температура воздуха в помещении;

$t_{\text{н}}^{\text{ср}} [\text{°C}]$  - средняя температура воздуха за отопительный период

$$Q_2 = \frac{1}{0,6} \cdot 1,82 \cdot (21 - (-3,5)) \cdot 10^{-3} = 0,074 \text{ кВт}$$

Экономия тепловой энергии за отопительный период составит:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot N \cdot z, \quad (3)$$

где  $N$ - количество окон;

$z$ -продолжительность отопительного периода

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot N \cdot z = (0,111 - 0,074) \cdot 60 \cdot 213 \cdot 24 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} = 48,90 \text{ Гкал.}$$

Годовая экономия составит:

$$\Delta \text{Э} = \Delta Q \cdot T \quad (4)$$

где  $T$  - тариф на тепловую энергию

$$\Delta \text{Э} = 48,90 \cdot 1910,96 = 93446 \text{ руб.}$$

При реализации замены деревянного остекления на ПВХ профили за отопительный период достигается экономия в 93446 руб.

## 2. Применение автоматических дверных доводчиков на входных дверях.

Применение данного мероприятия исключает неконтролируемую инфильтрацию через наружную дверь. [2]



Рис. 2. Дверной доводчик

Установка доводчика на входную дверь сокращает время поступления наружного холодного воздуха при открытии входной двери, следовательно, не происходит значительного падения температуры в помещении. Доводчик сокращает попадание холодного воздуха, что приводит к снижению потерь тепло и экономии затрат на отопление.

#### *Расчет эффективности мероприятия*

Годовое сокращение теплопотерь через дверной проем с применением доводчика:

$$\Delta E = k_{eff} \cdot Q \quad (5)$$

где  $k_{eff}$  – коэффициент эффективности дверного доводчика  
 ( $k_{eff} = 0,001$ )  
 $Q$  [Гкал]-количество тепловой энергии.

$$\Delta E = 0,001 \cdot 1000 = 1 \text{ Гкал}$$

Эффективность мероприятия:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta E \cdot T \quad (6)$$

где  $T$  – тариф на тепловую энергию.

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta E \cdot T = 1 \cdot 1910,96 = 1910,96 \text{ руб.}$$

При реализации мероприятия по установке дверных доводчиков на входные двери экономия за отопительный период из расчета на 1000Гкал. составит 1910,96 руб.

#### *3. Применение сенсорных смесителей.*

Сенсорные автоматические смесители применяются для автоматического включения и отключения подачи воды к раковинам и для термостатического регулирования температуры воды. Установка данных смесителей позволяет сэкономить до 20% воды, что свидетельствует об эффективности их применения. Экономический эффект достигается благодаря сокращению времени протекания воды, происходит автоматическое отключение подачи воды после прекращения ее использования.



Рис. 3. Автоматический сенсорный смеситель с термостатическим клапаном

Годовое сокращение потерь воды с установленным автоматическим сенсорным смесителем определяется:

$$\Delta V = k_{eff} \cdot V_n, \quad (7)$$

где  $k_{eff} = 20\%$  – коэффициент эффективности сенсорных смесителей;  
 $V_n$  [м<sup>3</sup>] – объем воды, прошедший через сенсорный смеситель.

Годовое сокращение потерь горячей воды с применением сенсорного смесителя:

$$\Delta V_T = k_{eff} \cdot V_{T.смес.}, \quad (8)$$

где  $V_{T.смес.}$  [м<sup>3</sup>] – фактическое годовое потребление горячей воды на смесительном устройстве.  $V_{T.смес.} = 60$  м<sup>3</sup>

$$\Delta V_T = 0,2 \cdot V_{T.смес.} = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ м}^3$$

Годовая экономия холодной воды с применением сенсорного смесителя:

$$\Delta V_X = k_{eff} \cdot V_{X.смес.}, \quad (9)$$

где  $V_{X.смес.}$  [м<sup>3</sup>] – фактическое годовое потребление холодной воды на смесительном устройстве.  $V_{X.смес.} = 100$  м<sup>3</sup>

$$\Delta V_X = 0,2 \cdot V_{X.смес.} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ м}^3$$

Годовая экономия составит:

$$\mathcal{E} = \Delta V_T \cdot T_T + \Delta V_X \cdot T_X = 12 \cdot 122,70 + 20 \cdot 28,62 = 2044,80 \text{ руб.}$$

где  $T_T = 122,70$  руб/м<sup>3</sup>,  $T_X = 28,62$  руб/м<sup>3</sup> – тарифы на горячую и холодную воду соответственно.

При применении автоматических сенсорных смесителей достигается экономия в размере 2044,80 руб. из расчета на 1 смеситель.

#### 4. Улучшение теплозащитных свойств кровли.

Замена изоляции ограждающих конструкций снижает тепловые потери за счет нагрева инфильтрационного воздуха, которые появляются в неплотностях.

Улучшение теплозащитных свойств ограждающих конструкций за счет замены изоляции приводит к снижению теплопотерь и устранению выпадения конденсата на внутренней поверхности конструкции.

Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций является нормативным значением, они устанавливаются в зависимости от градус-суток отопительного периода и закреплены в СП 50.13330.2012 «Теплая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». Для соблюдения норм сопротивлений теплопередачи применяют многослойные ограждающие конструкции.

В ходе утепления кровель происходит замена всего кровельного пирога. В качестве утеплителя применяются минваты, пенополистерол и другие материалы с низкой теплопроводностью. Допускается возможность укладки утеплителя в два слоя: нижний слой мягкий, верхний – жесткий.

*Пример расчета:*

Площадь кровли  $F = 370 \text{ м}^2$

Материал кровли до улучшения изоляции – плиты жесткие минераловатные толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности  $0,09 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$ .

Требуемое сопротивление теплопередачи кровли  $R_o = 4,7 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}}$

Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_v = 20\text{°C}$

средняя температура воздуха за отопительный период  $t_n^{\text{CP}} = -3,5\text{°C}$

Продолжительность отопительного периода  $n=213$  суток.

Расчетам термическое сопротивление кровли до утепления:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{12} + \frac{0,05}{0,09} + \frac{1}{8,7} = 0,75 \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} \quad (10)$$

где  $\alpha_{\text{внутр}} \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}} \right]$  – коэффициент теплопередачи от внутреннего воздуха к кровле;

$\delta$  [м] – толщина теплоизоляционного слоя;

$\lambda \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}} \right]$  – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя;

$\alpha_{\text{нар}} \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}} \right]$  – коэффициент теплопередачи от кровли в окружающей среде.

Средняя тепловая мощность за отопительный период, передаваемая через кровлю:

$$Q_1 = (t_v - t_n^{\text{CP}}) \cdot \frac{F}{R} = (20 - (-3,5)) \cdot \frac{370}{0,75} = 11593 \text{ Вт} = 11,6 \text{ кВт}$$

где  $t_v$  [°C] – внутренняя температура воздуха;

$t_n^{\text{CP}}$  [°C] – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$F$  [м<sup>2</sup>] – площадь ограждающей конструкции;

$R \left[ \frac{\text{м}^2\text{°C}}{\text{Вт}} \right]$  – термическое сопротивление.

Средняя тепловая мощность за отопительный период, передаваемая через кровлю с требуемым сопротивлением теплопередачи:

$$Q_2 = (t_v - t_n^{\text{CP}}) \cdot \frac{F}{R_o} = (20 - (-3,5)) \cdot \frac{370}{4,7} = 1810 \text{ Вт} = 1,8 \text{ кВт}$$

Экономический эффект составит:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n \cdot 0,86 \cdot T = (11,6 - 1,8) \cdot 213 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} \cdot 1910,96 = 3430,50 \text{ руб.}$$

где  $n$  – продолжительность отопительного периода;

$T$  – тариф на тепловую энергию.

За отопительный период экономия составит 3430,50 руб.

5. Утепление внутренних перегородок.

Утепление внутренних перегородок применяется для снижения теплопотерь через внутренние ограждения при перепаде температур в помещениях, разделяемых перегородками более 6 °С. Данное мероприятие помогает избежать самопроизвольного перетекания более холодного воздуха в помещение с более теплым микроклиматом.

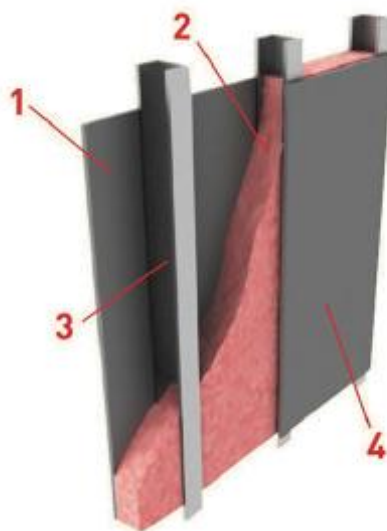


Рис. 4. Перегородка утепленная  
1,4-листы гипсокартона; 2- теплоизоляция;  
3-металлический каркас.

Расчет:

Четыре помещения с внутренней температурой воздуха  $t_v = 20$  [°С], выходят одной стороной в неотапливаемый коридор.

Площадь стен 1,3,4, выходящих в коридор, составляют  $F_1 = 7,5$  м<sup>2</sup>

Площадь стен 2,5 -  $F_2 = 10$  м<sup>2</sup>

Материал стен:

- кирпич глиняный однослойный на ЦПР, коэффициент теплопроводности

$\lambda_1 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}$ , толщиной  $\delta_1 = 65$ мм

- гипсокартон (с двух сторон) коэффициент теплопроводности  $\lambda_2 = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}$ , толщиной  $\delta_2 = 10$ мм;

Утеплитель пенопласт с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_3 = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}$ , и толщиной  $\delta_3 = 10$ мм

Продолжительность отопительного периода 213 суток.

Тариф на тепловую энергию  $T = 1910,96$  руб./Гкал

Рассчитаем термическое сопротивление перегородок до и после утепления:

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{2 \cdot \delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{6} + \frac{0,065}{0,7} + \frac{0,02}{0,15} + \frac{1}{12} = 0,47 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{внутр}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{2 \cdot \delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}} = \frac{1}{6} + \frac{0,065}{0,7} + \frac{0,02}{0,15} + \frac{0,02}{0,047} + \frac{1}{12} = 0,9 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

Средняя за отопительный период тепловая мощность до и после утепления:

$$Q_1 = (t_v - t_n^{\text{сп}}) \cdot \frac{F}{R} = (20 - 3,5) \cdot \frac{7,5 + 7,5 + 7,5 + 10 + 10}{0,47} = 2,35 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = (t_b - t_n^{cp}) \cdot \frac{F}{R} = (20 - 3.5) \cdot \frac{7.5 + 7.5 + 7.5 + 10 + 10}{0.9} = 1,23 \text{ кВт}$$

Экономия тепла за отопительный период:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n \cdot 0.86 = (2.35 - 1.23) \cdot 213 \cdot 24 \cdot 0.86 \cdot 10^{-3} = 4.93 \text{ Гкал}$$

Годовая экономия:

$$\Delta \Delta = \Delta Q \cdot T = 4,93 \cdot 1910,96 = 9419,30 \text{ руб.}$$

За отопительный период при соответствующих условиях экономия составит 9419,30 рублей.

Выше представленные расчеты представлены без учета стоимости изделий, его установки и сроков окупаемости.

Применение энергоэффективных технологий дает возможность существенной экономии энергии, следовательно, сохраняются расходы потребителя.

*Список литературы:*

1. СП 23-101-2004 "Проектирование тепловой защиты зданий"
2. Нурахов Н.Н. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий. – Москва. – 2014

© О.Г. Полякова, 2019