

УДК 644.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ЖИЛОМ КОМПЛЕКСЕ
THE USE OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES
IN A RESIDENTIAL COMPLEX

К.О. Потоцкая, В.А. Галынская

Научный руководитель – Т.Ф. Манцерова, к.э.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

K. Pototskaya, V. Galynskaya

Supervisor – T. Mantserova, Candidate of Economic Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: на сегодняшний день, энергосбережение в зданиях является одной из главных задач при организации деятельности бизнес-структур, коммунальных учреждений и органов регионального самоуправления. Это, в первую очередь связано с тем, что тарифы на электроэнергию на территории нашей страны растут. Специалисты дают неутешительные прогнозы по поводу роста тарифов на электроэнергию. В связи с этим, увеличиваются и будут увеличиваться в будущем, материальные расходы на содержание помещений.

Abstract: today, energy saving in buildings is one of the main tasks in organizing the activities of business structures, municipal institutions and regional self-government bodies. This is primarily due to the fact that electricity tariffs in our country are growing. Experts give disappointing forecasts about the growth of electricity tariffs. In this regard, the material costs of maintaining the premises are increasing and will continue to increase in the future.

Ключевые слова: экономия, ТЭР, теплоснабжение, потери, мероприятия, ЖКХ.
Keywords: economy, fuel and energy complex, heat supply, losses, events, housing and communal services.

Введение

Экономия топливно-энергетических ресурсов и производимой на их базе тепловой энергии является приоритетным направлением политики энергосбережения Республики Беларусь. Для этого предусмотрены различные мероприятия, в том числе одним из важнейших является тепловая модернизация жилищного фонда, которая проводится в соответствии с указом Президента Республики Беларусь от 4 сентября 2019 года №327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов». Он предполагает снижение теплопотребления жилищным фондом за счёт проведения мероприятий по рациональному использованию тепловой энергии, а также снижения потерь при её производстве, транспортировке и непосредственно у конечного потребителя. [1]

Основная часть

Реконструкция оконных проемов и входных групп с установкой стеклопакетов с ПВХ-профилем в зданиях

В настоящее время широкое распространение получили стеклопакеты из поливинилхлоридного профиля. В качестве светопропускающей части используются однокамерные и двухкамерные стеклопакеты с применением энергосберегающих стекол. Сопротивление теплопередаче по непрозрачной части окон с однокамерным и двухкамерным ПВХ-профилем колеблется от 0,6 до 0,85 (м² °С)/Вт. Эти окна имеют также очень высокое сопротивление воздухопроницанию (до 9,0 м² ч Па/кг).

При определении расхода теплоэнергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов жилых и административных помещений следует учитывать основные и добавочные потери тепла.

Экономия по основному годовому расходу теплоэнергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов рассчитывается по формуле (1):

$$Q_0 = (F_0 / R_0^{вн} - F_0 / R_0^{сущ}) * (t_{вн} - t_n) * n * T_{от} * 0,86 * 10^{-6}, \text{ Гкал} / \text{год} \quad (1)$$

где F_0 – площадь ограждающих конструкций оконных проемов, м²;

R_0 – сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, (м² °С)/Вт;

$t_{вн}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

t_n – расчетная температура наружного воздуха для отопительного сезона, °С;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый согласно СНБ 2.01.01-93 «Строительная теплотехника»;

$T_{от}$ – число часов отопительного периода, ч/год.

Экономия по добавочному годовому расходу теплоэнергии на нагрев наружного воздуха рассчитывается по формуле (2):

$$Q_u = 0,24 * F_0 * A_0 * (G_0^{вн} - G_0^{сущ}) * (t_{вн} - t_n) * T_{от} * 10^{-6}, \text{ Гкал} / \text{год} \quad (2)$$

где A_0 – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока; для окон и балконных дверей с отдельными переплетами равен 0,8, со спаренными переплетами – 1;

G_0 – количество воздуха, поступающего в помещения жилых и общественных зданий путем инфильтрации через окна и балконные двери, кг/(м² ч), определяемое по формуле (3):

$$G_0 = P / R_g, \text{ кг} / (\text{м}^2 \text{ч}) \quad (3)$$

где R_g – сопротивление воздухопроницанию оконных блоков, м²чПа/кг;

P – разность давления воздуха у наружной и внутренней поверхностей наружных ограждающих конструкций оконных проемов, Па (Н/м²), принимается 1,3-1,8 Н/м².

Суммарная площадь планируемых к замене ограждающих конструкций оконных проемов и входных групп составляет 312 м². Фактическая продолжительность отопительного периода принимается равной 194 суток. Расчетная температура внутри помещений составляет +18°С. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период принимается -0,9°С.

Годовая экономия теплоэнергии от замены ограждающих конструкций оконных проемов и входных групп составит:

$$Q_0 = (312 / 0,85 - 360 / 0,25) * (18 - (-0,9)) * 1 * 194 * 24 * 0,86 * 10^{-6} = 66,7 \text{ Гкал / год или } 11,7 \text{ тунт / год.}$$

$$Q_u = 0,24 * 312 * (2,3 / 0,4 - 2,3 / 9) * (18 - (-0,9)) * 194 * 24 * 10^{-6} = 36,2 \text{ Гкал / год или } 6,3 \text{ тунт / год.}$$

$$Q_{cm} = 66,7 + 36,2 = 102,9 \text{ Гкал / год или } 17,5 \text{ тунт / год.}$$

Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятия при планируемой на 2022 год стоимости тонны условного топлива в размере 210 долл. составит: $17,5 * 210 = 3675$ долл. Стоимость 1 м² стеклопакета с учетом установки составляет 96 долл. капитальные затраты с учетом монтажных работ по реконструкции ограждающих конструкций оконных проемов и входных групп с внедрением стеклопакетов с ПВХ-профилем составляет $312 * 96 = 29952$ долл.

Средний срок полезного использования стеклопакетов с ПВХ-профилем, согласно технической документации, составляет 20-40 лет, ставка рефинансирования – 12%.

Чистый дисконтированный доход рассчитывается следующим образом:

$$ЧДД = - \sum_{t=0}^{T_{cmp}} \frac{K_t}{(1+E)^t} + \sum_{t=T_{cmp}+1}^{T_{cmu}} \frac{П_t}{(1+E)^t}, [\text{долл.}] \quad (4)$$

При $T_{cmu} = 34$ лет, $E_n = 12\%$, $П = 3675$ долл., $K = 29952$ долл. расчеты будут проведены в таблице Excel. $ЧДД = 23,37$ долл.

На рисунке (1) представлена зависимость ЧДД от периода соответственно.

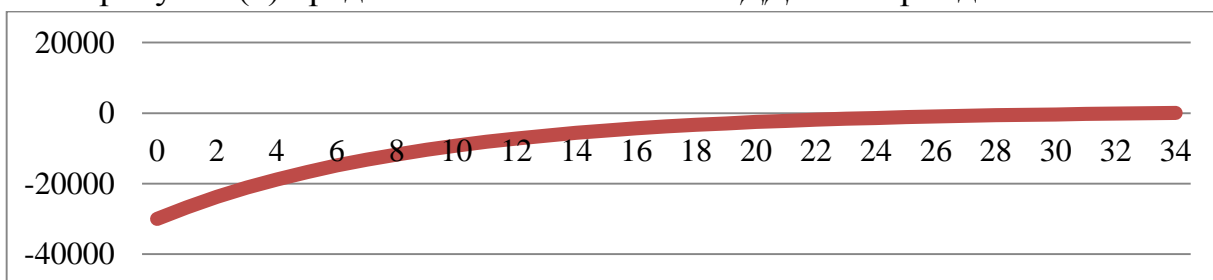


Рисунок 1 – Зависимость ЧДД от времени

Индекс доходности рассчитывается следующим образом:

$$ИД = \frac{ЧДД}{\sum_{t=0}^{T_{cmp}} K_t (1+E)^{-t}} + 1, \quad (5)$$

Динамический срок окупаемости:

$$T_{ок}^d = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) \frac{|ЧДД_{min}|}{ЧДД_{max} + |ЧДД_{min}|}, [\text{лет}] \quad (6)$$

Внутренняя норма доходности:

$$E_{внд} = E_1 + \frac{ЧДД(E_1)}{ЧДД(E_1) - ЧДД(E_2)} \cdot (E_2 - E_1), \quad (7)$$

Замена теплообменников в теплоузлах зданий

В теплоузлах зданий банка ряд теплообменников требует замены, так как относительно изношены и морально устарели.

Если сравнить с кожухотрубными, пластинчатые теплообменники имеют принципиальные преимущества: более высокий коэффициент теплопередачи, меньшую массу, возможность изменения производительности за счет изменения числа пластин, что экономит средства на приобретение дополнительного оборудования и его монтаж.

Энергетическая эффективность работы пластинчатого теплообменника по отношению к кожухотрубному скоростному водоподогревателю определяется по формуле:

$$Q_T = F_T * T_r * t_r * (q_{пл} - q_{кт}) * 0,86 * 10^{-6}, \text{ тунт} / \text{год} \quad (8)$$

где F_T – площадь рабочей части теплообменника, m^2 ;

T_r – годовое время работы теплообменника, ч/год;

$Q_{пл}$, $q_{кт}$ – коэффициент теплопередачи соответственно пластинчатого и кожухотрубного теплообменников, $ккал/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

Коэффициенты теплопередачи составляют: для изношенных кожухотрубных скоростных теплообменников $q_{кт}=1850-2000 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$; для пластинчатых теплообменников $q_{пл}=2000-2200 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

t_r – перепад температур в теплообменнике, $^\circ C$.

Суммарная площадь рабочей поверхности заменяемых теплообменников составляет $6 m^2$. Годовое время работы теплообменников составляет 3020 часов. Перепад температур в теплообменнике принимается равным $25 \text{ }^\circ C$. Годовая экономия теплоэнергии от замены теплообменников составит:

$$Q_T = 6 * 3020 * 25 * (2100 - 1950) * 0,86 * 10^{-6} = 58,4 \text{ Гкал} / \text{год или } 9,9 \text{ тунт} / \text{год}$$

Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятия при планируемой на 2022 год стоимости тонны условного топлива в размере 210 долл. составит $9,9 * 210 = 2178$ долл. Капитальные затраты с учетом монтажных работ по замене теплообменников составят 6050 долл.

По аналогии с пунктом 1 был произведен расчёт технико-экономических показателей для пункта 2. Оценим результаты в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчётов

№	Наименование	Обозначение	Размерность	1	2
1.	Капиталовложения	K	долл.	29952	6050
2.	Экономический эффект	Π	долл.	3675	2178
3.	Чистый дисконтированный доход	$ЧДД$	долл.	23,37	565,35
4.	Индекс доходности	I_{δ}	–	1,001	1,09
5.	Внутренняя норма доходности	$E_{внд}$	%	12,01	16,37
6.	Динамический срок окупаемости	T_{δ}	лет	33,7	3,59

Заключение

Так как проведение мероприятий по снижению потребления топливно-энергетических ресурсов является приоритетным направлением в политике республики, то на основе расчётов и анализа таблицы (1) наиболее эффективным методом является замена теплообменников в узлах зданий, т.к. имеет больший экономический эффект (2178 долл.), индекс доходности (1,09) и внутреннюю норму доходности (16,37%). Срок окупаемости составил 3,59 лет.

Литература

1. Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь Энергоэффективность / А.В. Филипович, В.Н. Герасименко, Л.В. Шенец, Н.Т. Ивченко // Ежемесячный научно-практический журнал. – 2022 – №9 (299) – С. 6-10
2. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://pandia.ru/text/77/182/38370.php> - Дата доступа: 26.10.2022