

THERMAL MODERNIZATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS – WHEN IS IT BREAK-EVEN?

R. Klychnikov, postgraduate student
V. Ezersky, Doctor of Technical Sciences, Professor
P. Monastyrnev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Dean
Tambov State Technical University, Russia

A new methodology of assessment of delay limits in thermal modernization of residential buildings based on cost-effective condition of initial investments is described. Technical condition of the building and its residual life-cycle are taken into account at assessment of cost-efficiency.

Keywords: thermal modernization, net discounted cost-cutting, acceptable time-delay, cost-efficiency, residual life-cycle.

Conference participants, National championship in scientific analytics, Open European and Asian research analytics championship

1. Введение

Существующая динамика развития человечества с расширением представлений об уровне и качестве жизни требует существенных ресурсов затрат, в том числе роста энергопотребления. Выходом из данной ситуации может явиться поиск новых неограниченных и дешевых источников энергии либо упорядочение существующего режима потребления с изысканием скрытых резервов. Текущее развитие энергетической отрасли не позволяет получить достаточное количество энергии альтернативными дешевыми методами. В связи этим мировая общественность вынуждена становиться на путь экономии. Работы в данном направлении ведутся практически во всех секторах промышленности и областях экономики, включая строительную отрасль. При этом применительно к данной сфере наибольшие резервы экономии сосредоточены в области эксплуатации зданий. Как известно, здания создаются на достаточно длительные сроки службы. В связи с этим опорные (сохраняемые

на перспективу) жилищные фонды большого числа стран имеют в своем составе здания, построенные задолго до актуализации политики энергосбережения.

Активная фаза энергосберегающих кампаний в жилищной сфере предполагает проведение работ по термомодернизации существующих зданий. Ее должны предварять широкие исследовательские работы, направленные на разработку наиболее оправданных шагов и поиск оптимальных решений. Одной из задач, решаемых в данной работе, является оценка обозримых пределов отсрочки экономически эффективной термомодернизации жилых зданий того или иного градостроительного образования, которая позволяет расставить акценты на последовательности проведения теплозащитных мероприятий.

2. Постановка задачи

В общем случае оценить эффективность капитальных затрат на энергозащиту конкретного здания можно, сравнив период их окупаемости (T_d , лет), определяемый с учетом дискон-

ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ – КОГДА ОНА БЕЗУБЫТОЧНА?

Клычников Р.Ю., аспирант
Езерский В.А., д-р техн. наук, проф.
Монастырев П.В., д-р техн. наук, доцент
Тамбовский государственный технический университет,
Россия

Предложена методика оценки пределов отсрочки реализации термомодернизации жилых зданий, основанная на условии безубыточности первоначальных затрат. При оценке эффективности вложений учитывается техническое состояние рассматриваемого здания и его остаточный срок службы.

Ключевые слова: термомодернизация, чистая дисконтируемая экономия средств, допустимое время отсрочки, безубыточность, остаточный срок службы.

Участники конференции, Национального первенства по научной аналитике, Открытого Европейско-Азиатское первенство по научной аналитике

тирования промежуточных доходов, с оставшимся сроком службы жилого дома ($T_{ост}^*$, лет) с момента реализации теплозащитных мероприятий, который может брать отсчет как от настоящего момента, так и с некоторой отсрочкой от него ($T_{лаг}$, лет). Равенство данных величин подразумевает, что мероприятия по термомодернизации как минимум окупятся. Предельное значение указанной отсрочки и является искомым величиной. Графическая интерпретация рассматриваемой задачи представлена на рис. 1.

Таким образом, из рисунка 1 ставится ясно, что для нахождения допустимой отсрочки термомодернизации анализируемого здания необходимо оценить его остаточный срок службы, что, несмотря на кажущуюся простоту, является отдельной задачей, требующей внимательного анализа.

3. Оценка остаточного срока службы здания

При оценке эффективности вложений важно учитывать техническое состояние рассматриваемого здания, которое во многом определяет его остаточный срок службы. В качестве количественной оценки технического состояния зданий используют такой критерий как физический износ.

Для оценки величины физического износа зданий существует множество подходов. Однако среди их многообразия наибольшей практической значимостью обладает подход, описываемый уравнением, приведенным в [1]:

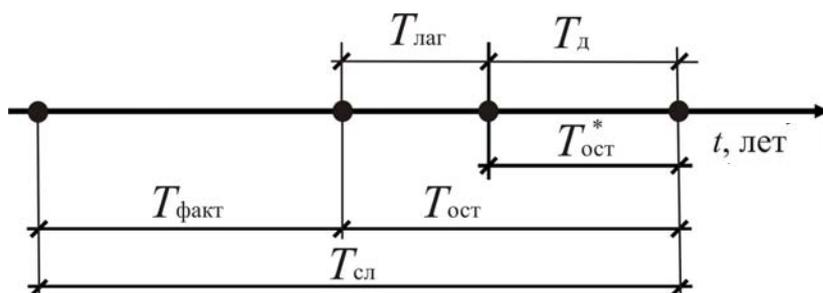


Рис. 1. Графическая интерпретация поставленной задачи

$$\Phi = 0,75 \cdot \frac{t \cdot (t + T_{\text{сл}})}{2 \cdot T_{\text{сл}}^2}, \quad (1)$$

где t – фактический срок эксплуатации здания, лет; $T_{\text{сл}}$ – его общий срок службы, лет; Φ – физический износ здания в абсолютном выражении.

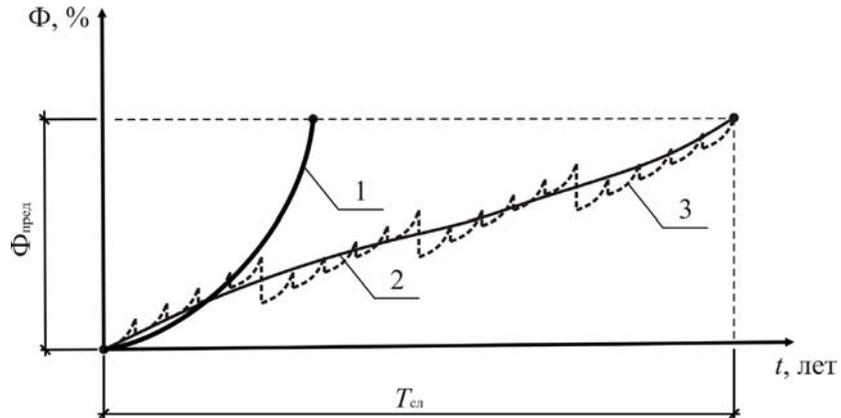
Решение уравнения (1) относительно $T_{\text{сл}}$ и вычитание из полученной величины фактического срока эксплуатации здания позволяют успешно справиться с обозначенной задачей оценки его остаточного срока службы.

Однако в работе [2] показано, что оценка остаточного срока службы здания по величине общего физического износа здания в подавляющем большинстве случаев является некорректной. Связано это с наличием несоответствия между характером общего физического износа здания и его несменяемых конструктивных элементов – фундаментов, стен, лестниц и др.

Кривая зависимости истинного фактического износа от времени представлена на рисунке 2 (кривая 3) и, как видно, имеет пилообразную характеристику. Спады на этой кривой соответствуют текущим и капитальным ремонтам здания. Характер же износа несменяемых элементов здания наиболее близок к осредненному износу здания. Графическое представление осредненного физического износа дано на рис. 2 (кривая 2) в виде параболической кривой, соединяющей точки начала и конца эксплуатации здания. В результате остаточный срок службы, рассчитанный по общему износу, будет существенно отличаться от вычислений, опирающихся на износ несменяемых элементов.

Как отмечается в работе [2], из всех несменяемых конструктивных элементов здания стены находятся в наиболее неблагоприятном эксплуатационном режиме. Использование физического износа стен в качестве ключевого критерия оценки остаточного срока службы здания является наиболее объективным. В практике расчетов это выражается введением в формулу (1) вместо Φ значения физического износа стен.

Изложенные выше рассуждения с учетом сделанных в работе [2] предложений использовались авторами для создания методики оценки пределов



1 – осредненная кривая естественного износа без ремонтов; 2 – осредненная кривая износа с учетом комплекса текущих и капитальных ремонтов; 3 – истинная кривая износа с учетом комплекса текущих и капитальных ремонтов

Рис. 2. Интенсивность износа здания с течением времени

отсрочки реализации термомодернизации, рассматриваемой в настоящей статье.

4. Оценка допустимого периода отсрочки реализации термомодернизации при условии ее безубыточности на остаточном сроке службы здания

Для определения искомой величины $T_{\text{лаг}}$ удобно воспользоваться формулой, которую применяют для вывода периода окупаемости – равенство нулю чистой дисконтируемой экономии средств (ЧДЭС), которую чаще в экономических расчетах называют чистым дисконтируемым доходом (ЧДД):

$$\text{ЧДЭС} = \text{ДЭС}_{\text{сумм}} - K = 0, \quad (2)$$

где K – величина инвестиций в термомодернизацию рассматриваемого здания, долл.; $\text{ДЭС}_{\text{сумм}}$ – суммарная дисконтируемая экономия средств, долл.

Учитывая особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений, изложенные в [3], можем записать следующее выражение для суммарной дисконтируемой экономии средств:

$$\text{ДЭС}_{\text{сумм}} = \frac{c_{\text{т0}}(Q_0 - Q_1)}{(p - d)} \cdot \left(\left(\frac{1+d}{1+p} \right)^{T_{\text{лаг}}} - \left(\frac{1+d}{1+p} \right)^{T_{\text{ост}}} \right), \quad (3)$$

Q_0 и Q_1 – расход тепловой энергии

на отопление рассматриваемого здания, соответственно, до и после проведения термомодернизации, Гкал; $c_{\text{т0}}$ – текущая стоимость единицы тепловой энергии, долл./Гкал; p – норма дисконта в абсолютных единицах, d – средний прогнозируемый фактор роста цен на тепловую энергию в абсолютных единицах.

Однако при некоторых обстоятельствах результаты, полученные при помощи выражения (2), могут привести к некорректным выводам. Если внимательно посмотреть на эту формулу, то становится очевидным, что в расчетах не учитываются эксплуатационные затраты, связанные с перерасходом тепловой энергии в период, предшествующий термомодернизации.

Опыт строительства и эксплуатации жилых зданий однозначно свидетельствует о значительном превышении затрат на эксплуатацию домов над затратами на их возведение. Ограничение нормативного срока службы здания величиной физического износа, равной 70%, не означает, что его невозможно отремонтировать и продлить тем самым срок службы здания. Напротив, это возможно, но экономически нецелесообразно. В связи с этим пренебрежение завышенными эксплуатационными расходами при оценке предельного срока службы здания, обеспечивающего безубыточность его термомодернизации, в ряде случаев недопустимо.

Таким образом, заявленные условия необходимо расширить следующей формулировкой: за оставшийся срок службы здания с момента реализации теплозащитных мероприятий должны окупиться не только затраты на их проведение, но и излишние расходы на эксплуатацию в период, предшествующий термомодернизации, $\mathcal{E}_{\text{сумм}}$, руб.

Тогда формула (2) примет вид:

$$\text{ЧДЭС} = \text{ДЭС}_{\text{сумм}} - K - \mathcal{E}_{\text{сумм}} = 0. \quad (4)$$

В данном выражении неизвестным является лишь $\mathcal{E}_{\text{сумм}}$:

$$\mathcal{E}_{\text{сумм}} = \frac{c_{r0} \cdot (Q_0 - Q_1)}{(r - d)} \cdot (1 - ((1 + d)^{T_{\text{лаг}}})) \cdot (1 - ((\frac{1+d}{1+r})^{T_{\text{лаг}}})) \quad (5)$$

Таким образом, подставив все известные величины в формулу (4), получим выражение, несложные преобразования которого относительно $T_{\text{лаг}}$ дают искомую величину:

$$T_{\text{лаг}} = \frac{\ln[\frac{K \cdot (p - d)}{2 \cdot c_{r0} \cdot (Q_0 - Q_1)} + \frac{1}{2} \cdot (\frac{1+d}{1+p})^{T_{\text{огт}}}]}{\ln(\frac{1+d}{1+p})} \quad (6)$$

При нахождении допустимых пределов отсрочки термомодернизации с учетом ее безубыточности ($T_{\text{лаг}}$, лет), необходимо помнить еще и об учете капитальных ремонтов рассматриваемых теплозащитных мероприятий в случае, если их срок службы меньше расчетного срока окупаемости. Поэтому первоначально $T_{\text{лаг}}$ определяется без учета ремонтов. Затем определяется оставшийся срок службы здания после проведения термомодернизации $T_{\text{огт}}^*$, который равен периоду окупаемости $T_{\text{д}}$, лет. В случае, если данный срок превышает нормативный срок службы какого-либо или каких-либо из рассматриваемых теплозащитных мероприятий, производится уточнение величины $T_{\text{лаг}}$ по той же формуле, добавив при этом к сумме первоначальных капиталовложений K стоимость учитываемых ремонтов. При необходимости вычислительный цикл повторяется нужное число раз.

5. Пример расчета

Рассмотрим пример использования предлагаемой методики оценки

пределов отсрочки термомодернизации с учетом условия ее безубыточности, для девятиэтажного крупнопанельного четырехсекционного жилого дома, построенного в 1979 г. Затраты на его отопление составляют 1606 Гкал, а сам дом относится к очень низкому (E) классу энергетической эффективности. В ходе обследования было установлено, что износ его наружных стен составляет около 23%. Используя формулу (1) и вспомогательные рассуждения, остаточный срок службы данного здания был оценен в 60 лет.

Предполагалось, что термомодернизация рассматриваемого жилого здания состоит из утепления наружных стен, чердачных перекрытий, замены оконных и балконных светопрозрачных заполнений, а также модернизации системы отопления. Для реализации перечисленных мероприятий в условиях Центрального черноземного региона России необходимо **1 041 330\$ инвестиционных капиталовложений**. В результате термомодернизации здание будет соответствовать высокому (B) классу энергетической эффективности, а затраты на его отопление составят 667 Гкал.

Для принятия в расчетах средней прогнозируемой динамики роста тарифов на тепло был произведен анализ изменения стоимости тепловой энергии за последние годы в России по данным [4], который позволил сделать вывод, что существует постоянный ее прирост. При этом его относительная величина постепенно снижается. Происходит это за счет того, что тарифы на отопление ежегодно дорожают на примерно одинаковые суммы. Так за период 2003-2010 гг. стоимость отопления в среднем дорожала на 20% в год. В последние годы эта динамика снизилась до 15% в год. С учетом выше сказанного, в ближайшие 10 лет стоит ожидать дальнейшего замедления роста до 12-13% в год. В странах Восточной Европы, таких как Польша, также наблюдается постоянный рост тарифов на тепло, приблизительно на 4...5% в год. В более развитых странах Западной Европы, например Германия, Финляндия, динамика d имеет более сложный характер. Здесь возникают попеременные рост и спа-

ды, но в целом тарифы возрастают и, если их раскидывать на каждый год, то в среднем этот рост составляет 5% в год.

В качестве нормы дисконта в расчетах была принята ставка рефинансирования центрального банка. Анализ данных, приведенных в [5] позволяет говорить, что относительно экономически стабильными в нашей стране можно считать последние 8 лет, в течение которых ставка рефинансирования колебалась около отметки 10% и продолжала медленно падать. При этом в европейских странах эта ставка существенно ниже – в среднем 2..5% и также имеет тенденцию к дальнейшему снижению [6].

Подставив все имеющиеся данные в формулу (6), получим для текущих российских условий ($p = 0,1$; $d = 0,15$) допустимый период отсрочки безубыточной термомодернизации рассматриваемого здания 42,2 года. При стабилизации темпов роста тарифов на теплоносители, чего добивается правительство России, до 12% в год, период отсрочки сократится до 9,4 лет.

Полученные существенные величины допустимых периодов отсрочки термомодернизации на самом деле говорят не о возможности пренебрежительного к ней отношения в течение ближайших 10-40 лет, а о колоссальной и постоянно растущей прибыльности на монополизированном рынке генерации тепла, делиться которой с собственниками жилья никто добровольно не намерен. Конечно, это возможно при неизменной экономической ситуации в стране и сохранении одних из самых высоких темпов роста тарифов, что уже сейчас становится причиной многочисленных социальных протестов, а значит маловероятно и конечном итоге приведет к сближению ставки рефинансирования и темпа роста тарифов по западноевропейской модели и сокращению допустимых периодов отсрочки термомодернизации.

6. Выводы

Предложенная методика позволяет достаточно наглядно очертить временные рамки экономической привлекательности термомодернизации, по истечению которых она не будет приносить денежной отдачи

и может рассматриваться лишь как инструмент санации старого жилья. Разработанный подход имеет некоторые недостатки, главным среди них является субъективный характер прогнозирования экономических параметров на долгосрочный период. Кроме того, не учитывается моральное старение рассматриваемых методов повышения тепловой эффективности зданий и т.п. Вместе с тем предлагаемый критерий позволяет ориентировочно оценить потенциал и расставить акценты при реализации энергосбережения в существующих жилых зданиях.

References:

1. Ушков И.И., Бондарев Б.А. Основы диагностики строительных конструкций. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 204 с.
2. Нечаев Н.В. Капитальный ремонт жилых зданий. М.: Стройиздат, 1990. 207 с.
3. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений // Жилищное строительство. 2010. №8. С.9-12.
4. Тарифы на услуги жилищно-

коммунального хозяйства в Российской Федерации в 2000-2010 годах. Аналитический доклад. [2012]. URL: http://genproc.gov.ru/upload/iblock/a36/bhmyrs_epjuxlazyj%2014.01.11.doc {дата обращения: 20.09.2012}

5. Ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации. [2012]. URL: http://www.cbr.ru/print.asp?file=/statistics/credit_statistics/refinancing_rates.htm {дата обращения: 20.09.2012}.

6. Ставки ЕЦБ. [2012]. URL: <http://www.bundesbank.de/download/statistik/S11BTTEZBZINS.PDF> {дата обращения: 20.02.2012}.



INTERNATIONAL UNION OF COMMERCE AND INDUSTRY

Union of commercial enterprises, businessmen, scientists, public figures and politicians from different countries. The union combines the social and commercial elements of functioning.

- Promotion of international consolidation and cooperation of business structures
- Promotion of development of commercial businesses of various kinds
- Assistance in settlement of relations and businessmen with each other and with social partners in business environment
- Assistance in development of optimal industrial, financial, commercial and scientific policies in different countries
- Promotion of favorable conditions for business in various countries
- Assistance in every kind of development of all types of commercial, scientific and technical ties of businessmen of different countries with foreign colleagues
- Promotion of international trade turnover widening
- Initiation and development of scientific researches, which support the effective development of businesses and satisfy the economic needs of the society
- Expert evaluation of activities in the field of settlement of commercial disputes, establishment of quality standards and defining of factual qualitative parameters of goods and services
- Legal and consulting promotion of business
- Establishment and development of activities of the international commercial arbitration
- Exhibition activities
- Holding of business and economic forums

www.iuci.eu