

УТЕПЛЕНИЕ ЗДАНИЯ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА — ПУТЬ К ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Толпегина С.О.¹, Кузин Н.Я.¹

¹ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, Россия (440028, г. Пенза, ул. Г.Титова, 28), e-mail: eiun@pguas.ru

В развитых странах речь об энергосбережении ведется со второй половины XX в., когда мировое сообщество столкнулось с таким явлением, как нефтяной кризис. Он и стал главным побудительным мотивом для экономии энергетических ресурсов. Но, несмотря на это, Россию вовлечь в этот процесс удалось сравнительно недавно. Положение в энергетической составляющей нашей страны с каждым годом становится все более напряженным. И, если не изменить отношение населения к энергосбережению как к обязательному условию доступного и комфортного проживания, серьезный энергетический кризис в стране наступит уже скоро. Проблемы ограниченности невозобновляемых природных ресурсов и ухудшения экологической обстановки обсуждаются на международном и государственном уровне, и происходит это в условиях нестабильной экономической ситуации, что в свою очередь ведет к росту цен на энергоресурсы, а следовательно — к повышению тарифов на оказание коммунальных услуг. Поскольку для нашей страны наиболее важным является энергосбережение в быту и в сфере ЖКХ, все эти факторы заставляют искать новые и совершенствовать уже существующие способы сохранения энергетических ресурсов. Именно эти мотивы побудили нас произвести анализ по влиянию толщины утеплителя на экономию тепловой энергии.

Ключевые слова: стадия строительства, энергоэффективность, энергосбережение, теплоизоляционные материалы, энергоресурсы, эксплуатационные расходы, пенополистирол, тарифы

WARMING OF THE BUILDING DURING CONSTRUCTION – THE WAY TO ECONOMY OF ENERGY RESOURCES

Tolpegina S.O.¹, Kuzin N.Y.¹

¹Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia (440028, Penza, street Titov, 28), e-mail: eiun@pguas.ru

In the developed countries it is talked about energy saving from the second half of the XX century, when the world community is faced with the phenomenon of the oil crisis. He was the main motivation for energy savings. But despite this, Russia is involved in this process have been recently. The situation in the energy component of our country becomes more and more tense every year. And, if not to change the population relation to energy saving as to an indispensable condition of available and comfortable accommodation, the serious energy crisis in the country will come already soon. Problems of limitation of non-renewable natural resources and deterioration of an ecological situation are discussed at the international and state level, and there is it in the conditions of an unstable economic situation that, in turn, conducts to increase in prices for energy resources, and, therefore, to increase of tariffs for rendering utilities. As for our country the most important is energy saving in life and in housing sector, all these factors force to look for new and to improve already existing ways of preservation of energy resources. These motives induced us to make the analysis of influence of thickness of a heater on economy of thermal energy.

Keywords: construction stage, energy efficiency, energy conservation, heat-insulating materials, energy, operating costs, polystyrene, tariffs.

В условиях современной экономической ситуации вопрос об уменьшении финансовых вложений в строительство и эксплуатацию здания встает на протяжении всего жизненного цикла. С этой проблемой в свою очередь сталкиваются как застройщики, так и покупатели.

Жизненный цикл здания можно разделить условно на три стадии:

- 1) строительство (ввод здания в эксплуатацию);
- 2) эксплуатация;
- 3) ликвидация (вывод здания из эксплуатации).

Каждая из стадий требует вложения определенного количества денежных средств. Гистограмма, изображенная на рисунке 1, показывает долю каждого этапа в общей сумме затрат [3].

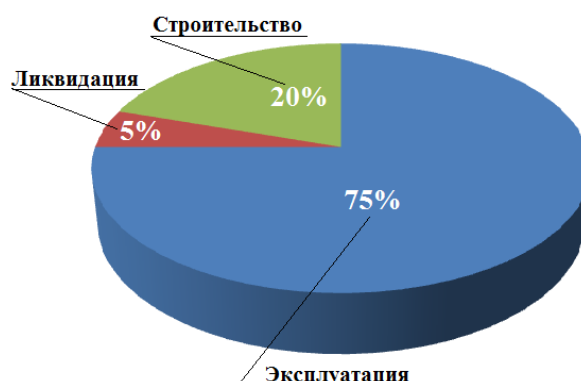


Рис. 1. Усредненные расходы на протяжении жизненного цикла здания

К расходам, учитываемым на первой стадии жизненного цикла здания, относятся:

- 1) стоимость земельного участка;
- 2) стоимость подключения к внешним инженерным коммуникациям;
- 3) затраты на строительные-монтажные работы (стоимость проектирования, материалы и оборудование, строительные и монтажные работы).

Вторая стадия включает в себя затраты на эксплуатацию и ремонт, к которым относятся:

- 1) расходы на содержание здания;
- 2) расходы на приобретение коммунальных ресурсов у поставщиков;
- 3) расходы на текущий и капитальный ремонты.

Расходы на последней стадии жизненного цикла здания заключаются в стоимости его утилизации. Она рассчитывается как разница между денежными средствами, потраченными на снос здания, и стоимостью материалов повторного использования [1].

Целью современных строительных компаний является минимизация затрат непосредственно на строительство здания, которые составляют всего 20% от совокупных расходов на весь его жизненный цикл. Это может быть достигнуто за счет использования материалов наиболее дешевых и наименее эффективных с точки зрения экономии энергоресурсов. При этом эксплуатационные расходы, составляющие около 75% от общих затрат, обременяют простых жителей – потребителей коммунальных ресурсов. Добиться уменьшения стоимости владения зданием (т.е. расходов на его содержание и ремонт) можно за счет обоснованного увеличения затрат на стадии строительства для внедрения энергоэффективных и экологических технологий. Благодаря этому на стадии эксплуатации

здания должны существенно уменьшиться расходы, составляющие наибольшую долю от общих затрат.

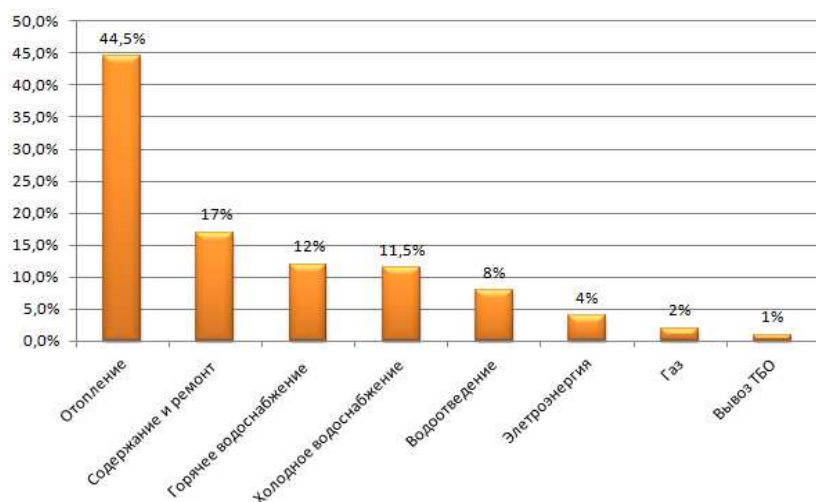


Рис. 2. Структура платы за коммунальные услуги

Из диаграммы видно, что наибольшую долю в структуре тарифов ЖКХ составляет плата за отопление – более 40% [3]. Следовательно, наиболее выгодным с экономической точки зрения будет применение материалов и технологий, позволяющих уменьшить потребление тепловой энергии и сократить теплопотери здания.

Потеря тепловой энергии может происходить по ряду следующих причин:

- 1) некачественно утепленные или не утепленные окна и стены;
- 2) негерметичность оконных рам;
- 3) протекающий отопительный прибор;
- 4) неутепленные чердак и подвал;
- 5) наличие щелей в стыках между стенами и окнами.

Для существенного сокращения теплопотерь необходимо провести комплекс мероприятий по энергосбережению, таких как:

- 1) герметизация щелей и стыков;
- 2) утепление ограждающих конструкций здания;
- 3) использование теплосберегающей оконной пленки;
- 4) заполнение стеклопакетов инертным газом;
- 5) поквартирная рекуперация тепла.

На стадии строительства наиболее эффективным методом утепления многоквартирного дома является использование стеновых теплоизоляционных материалов. К их числу относятся пенопласты, вспученные природные материалы, минераловата и стекловата.

Для того чтобы выяснить экономическую целесообразность утепления наружных ограждающих конструкций, было решено выполнить теплотехнические расчеты и посмотреть, какие потери тепла будут у здания на всем протяжении жизненного цикла и

какое количество денежных средств удастся сэкономить за счет снижения потребления энергоресурсов.

Рассмотрим это на примере конкретного 14-этажного одноподъездного жилого дома. Геометрические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические характеристики многоэтажного жилого дома

№ п/п	Характеристика	Обозначение и единицы измерения	Расчетное (проектное) значение
1	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания	A_e^{sum}, m^2	4898,44
2	Общая площадь стен отапливаемой части здания	A_w, m^2	3592,2
3	Общая площадь окон и балконных дверей	A_F, m^2	578,85
4	Общая площадь входных дверей и ворот	A_{ed}, m^2	10,71
5	Общая площадь чердачных перекрытий (холодного чердака)	A_c, m^2	327,7
6	Общая площадь перекрытий над не отапливаемыми подвалами или подпольями	A_B, m^2	388,98
7	Площадь квартир	A_h, m^2	3635,1

В соответствии с таблицей 4 СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» были установлены требуемые сопротивления и в зависимости от их значений приняты фактические сопротивления для стен, чердачных перекрытий и перекрытий над неотапливаемым подвалом [5].

Все теплотехнические данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Теплотехнические характеристики многоквартирного жилого дома

№ п/п	Ограждающая конструкция	Наименование теплоизоляционного материала	Толщина утеплителя, мм	Требуемое сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$	Фактическое сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$
1	Наружная	Пенополистирол	100	3,18	3,27

	стена	G=40кг/м3			
2	Чердачное перекрытие	Минватная плита ROCKWOOL G=190кг/м3	250	4,74	4,94
3	Перекрытие над подвалом	Пенополистирол G=40кг/м3	100	2,81	2,91

Для двухкамерных стеклопакетов принимаем 0,54 м²*град/Вт.

Исходя из значений фактических сопротивлений ограждающих конструкций в соответствии со СНиП 23-02-2003 вычисляется приведенный коэффициент теплопередачи K_m^{tr} . Для данного варианта утепления он составляет 0,54 Вт/м² °С, а общий коэффициент теплопередачи K_m равен 1,034Вт/м² °С.

Данные значения позволили рассчитать общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции по формуле (Г.2) приложения Г СНиП 23-02-2003, а также расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Q_h^y которые составили 1 714 359 МДж.

Рассмотрим 5 вариантов утепления ограждающих конструкций: с увеличением толщины утеплителя на 10%, 20%, 30%, 40% и 50%. Энергетические показатели для каждого варианта, полученные в результате теплотехнических расчетов, произведенных в соответствии со СНиП 23–02–2003, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Энергетические показатели жилого дома при различной толщине утеплителя

№ п/п	Толщина утеплителя, мм	Приведенный коэффициент теплопередачи K_m^{tr} , Вт/м ² °С	Общий коэффициент теплопередачи K_m , Вт/м ² °С	Расход тепловой энергии на отопление здания Q_h , МДж	Экономия тепловой энергии, МДж
1	100	0,54	1,034	1 714 359	0
2	110	0,518	1,012	1 660 994	53 365
3	120	0,5	0,994	1 617 292	97 067
4	130	0,484	0,978	1 578 537	135 822
5	140	0,468	0,962	1 540 447	173 912
6	150	0,457	0,951	1 513 029	201 330

По данным, полученным после проведения теплотехнических расчетов, был построен график зависимости увеличения экономии тепловой энергии от увеличения толщины слоя теплоизоляционного материала, представленный на рисунке 3.

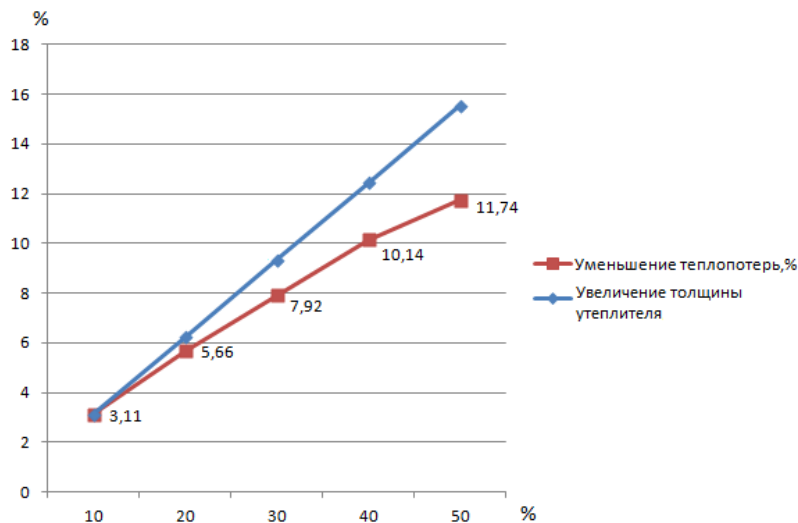


Рис. 3. Зависимость уменьшения тепловых потерь от увеличения толщины утеплителя

Из графика видно, что уменьшение тепловых потерь здания происходит непропорционально увеличению толщины слоя утеплителя. Нелинейная зависимость говорит о том, что бессмысленно увеличивать толщину утеплителя до бесконечности, поскольку в итоге это станет невыгодно.

Для определения экономической составляющей мероприятий по повышению энергосбережения многоквартирного жилого дома необходимо произвести подсчет финансовых затрат по 5 вариантам утепления, а также рассчитать сроки окупаемости для каждого из них [2]. В первую очередь необходимо провести анализ роста тарифов на тепловую энергию в г. Пенза, а также рассчитать средние цены на используемые теплоизоляционные материалы.

Среднее значение тарифа за 1 Гкал тепловой энергии составляет 1146,62 руб. (минимум = 456,92 руб., максимум = 1711,54 руб.). В 2015 г. средний рост тарифов на отопление на территории Пензенской области составит 108,9%. Таким образом, к концу 2015 г. средний тариф на тепловую энергию в г. Пензе составит 1246, 24 руб. [4].

	я, мм			руб.		, руб.	энергии, Гкал	
1	110	39,2	8,19	116 228	47 707	163 935	12,75	15 889,56
2	120	78,4	16,39	232 456	95 443	327 899	23,18	28 887,84
3	130	117,6	24,58	348 684	143 164	491 848	32,44	40 428,03
4	140	156,8	32,77	464 912	190 885	655 797	41,54	51 768,81
5	150	196	40,96	581 336	238 607	819 943	48,09	59 931,68

Таблица 5

Сроки окупаемости и денежные потоки

№ п/п	Толщины утеплителя, мм	Капитальные вложения, руб.	Срок окупаемости, лет.	ЧДД после 25 лет эксплуатации здания, руб.
1	110	163 935	9,79	158 321
2	120	327 899	10,91	259 801
3	130	491 848	11,82	333 135
4	140	655 797	12,4	402 580
5	150	819 943	13,6	409 939

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Утепление является эффективным и выгодным мероприятием, позволяющим существенно сэкономить расходы по коммунальным платежам. При повышении стоимости строительства на 1% эксплуатационные расходы уменьшатся на 1,5%.
2. Учитывая современные цены на теплоизоляционные материалы и тарифы на энергетические ресурсы, наиболее эффективным будет увеличение толщины утеплителя на 40%, что окупится за 12,4 лет.

Список литературы

1. Баронин С.А., Янков А.Г. Контракты жизненного цикла: понятийный анализ, зарубежный опыт и перспективы развития в России // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6
2. Толстых Ю.О., Баронин С.А., Андреев В.А. Анализ экономической эффективности энергосберегающих мероприятий в жилищной сфере // Известия Юго-Западного государственного университета № 5 (38), Часть 2, ЮЗГУ, Курск, 7-8 октября – 2011(список ВАК)
3. Портал-энерго. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://portal-energo.ru/> (дата обращения 10.04.15)

4. Управление по регулированию тарифов и энергосбережению Пензенской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tarif.pnzreg.ru/teplo_energo (дата обращения 10.04.15)
5. СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий». – М.: Госстрой России, 2004.

Рецензенты:

Хрусталёв Б.Б., д.э.н. профессор, заведующий кафедрой « Экономика, организация и управление производством» ПГУАС, г. Пенза;

Баронин С.А., д.э.н., преподаватель кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью» ПГУАС, г. Пенза.