

М.Ю. Кобзев, И.Н. Малый

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИМЕНЯЕМЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

На практике очень сложно реализовать основной принцип наружные ограждающие конструкции должны отвечать повышенным требованиям по теплотехническим характеристикам с учетом требований по выполнению нормативного срока службы конструкций, а также быть недорогими и простыми в технологическом исполнении. Поэтому при разработке вариантов наружных ограждающих конструкций приходится учитывать десятки факторов, трудно выстраиваемых в четкую систему, которая помогла бы прийти к правильному решению, а это, в свою очередь, сэкономило бы большие объемы капитальных вложений.

Одним из вариантов построения системы оценки эффективности проектного решения предлагается формула для проведения технико-экономического анализа энергоэффективных ограждающих конструкций Зданий и сооружений:

$$S = (0.1A + 1000/C) (1/T + L)/2, \quad (1)$$

где: S - безразмерный коэффициент, показатель экономической эффективности несущей ограждающей конструкции сооружения площадью 1 м²;

A - теплопроводность материала Вт/м К;

C - сумма стоимости 1 м³ материала и сметной стоимости его монтажа в тело наружной ограждающей конструкции, руб.;

T - толщина наружной ограждающей конструкции согласно теплотехническому расчету по требованиям 2-го этапа изменений СНиПП-3-79** «Строительная теплотехника», м;

L - проектный срок службы материала или конструкции, в течение которого сохраняются первоначальные теплотехнические свойства, технико-эксплуатационные качества, лет.

Логика построения этой формулы может быть выражена графически (рис.1) и заключается в следующем. Строится график «радар», на котором откладываются безразмерные величины, только численные значения.

Термин названия графика «радар» заимствован из статистической подачи информации, когда строится график, в котором откладываются значения четырех независимых друг от друга Величин на осях абсцисс и ординат. Затем подсчитывается площадь в геометрической фигуре образованной линиями

соединяющих условные коэффициенты технико-экономических характеристик применяемого материала. Эти условные коэффициенты имеют логические подтверждения, которые показаны в табл. 1. Более высокое значение площади - безразмерный коэффициент выражающий относительную экономическую эффективность несущей ограждающей конструкции площадью 1 м^2 , дает возможность оценить по своему численному значению варианты проектных решений. В целях приведения к численным значениям одного порядка безразмерных коэффициентов заданы коэффициенты - 0,1; 1000; 1.

Таблица 1

Перечень примененных условных коэффициентов при технико-экономическом анализе проектных решений ограждающих конструкций

Задача проектировщика при принятии варианта проектного решения	Технико-экономический смысл принятых условных коэффициентов
X → min	0,1/λ → max. Чем меньше численное значение теплопроводности материала, тем лучше теплотехнические показатели материала, как правило, снижается стоимость технологических работ по установке материала, увеличивается условный коэффициент.
C → min	1000/C → max. Чем меньше сумма стоимости материала и стоимости монтажа 1 м^2 материала в тело конструкции, тем больше увеличивается коэффициент.
T → min	1/T → max. Чем меньше толщина наружной ограждающей конструкции, тем меньше транспортные расходы по доставке материала, тем больше увеличивается коэффициент.
L → max	L → max. Чем больше нормативный срок службы материала, тем меньше последующие капитальные затраты на эксплуатацию зданий и сооружений.
S → max	S → max. Чем больше условный коэффициент, тем лучше технико-экономические показатели наружной ограждающей конструкции здания.

С целью удовлетворения новых требований к повышению теплозащиты зданий и сооружений в соответствии с новыми требованиями СНиП II-3-79** «Строительная теплотехника» проектными институтами разработаны многочисленные варианты утепления стеновых конструкций [2]. На рис.2 показаны некоторые рассмотренные варианты основных проектных решений наружных ограждающих конструкций с применением теплоизоляционных материалов.

Был проведен, в соответствии с предложенной формулой, сравнительный анализ данных проектных решений, полученные результаты занесены в табл. 2.

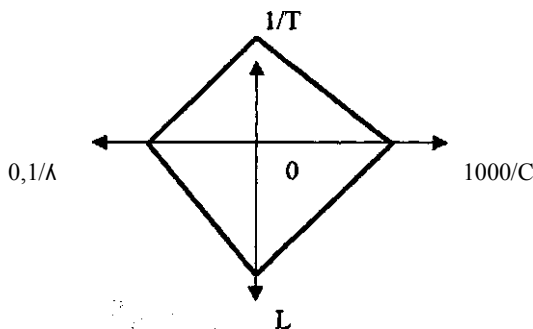


Рис. 1. График «радар», показывающий условную зависимость между отдельными технико-экономическими показателями применяемых строительных материалов

Для сравнения вариантов слоистой ограждающей конструкции в случае использования теплоизоляционных материалов с различным сроком эксплуатации, когда они сохраняют свои проектные теплофизические характеристики (теплопроводность), применяется приведенный коэффициент, учитывающий увеличение стоимости конструкции в случае замены теплоизоляционного материала в процессе эксплуатации. Например, в табл. 2, в четвертом и пятом случаях для вычисления приведенного коэффициента берутся параметры материала наружной ограждающей конструкции (в данном варианте кирпичной кладки), которая может эксплуатироваться в течение всего срока службы конструкции без ремонта и замены, при этом увеличивается стоимостями представляющая собой сумму стоимости 1м^3 кирпичной кладки стоимости материала,

который необходимо будет заменить в нормативного срока службы здания.
Кроме того, увеличивается число значение толщины конструкции - Т.

В табл. 2 сравниваются следующие параметры наружных ограждающих конструкций:

для стен сроком эксплуатации 100 и 80 лет (варианты №1, №2, №3 наилучший показатель у варианта № 3, S=74,65 (проектное решение №2), применение ячеистого бетона объемной массой 600 кг/м³;

для стен с нормативным сроком службы 50 лет (варианты №5, №8) наилучший показатель у варианта № 8, S=47,74 (проектное №2), применение ячеистого бетона объемной массой 600 кг/м³.

Таблица 2

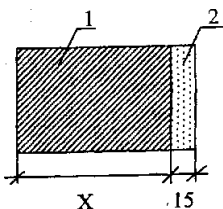
Технико-экономический анализ расчета различных вариантов наружных ограждающих конструкций

№	Вариант проектного решения конструкции, применяемый материал, объемный вес материала, кг/м	Технико-экономические характеристики применяемых материалов <i>L</i> единицы измерения и численные значения условных коэффициентов							
		теплопроводность, В т/МК	0,1/Λ	стоимость С, руб.	1000/С	Толщина т, м	1/Т	Срок службы материала, L, лет	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Кирпич глиняный пустотный 1200 кг/м ³	0,47	0,212	1202,4	0,831	1,453	0,688	100	52,45
2	Ячеистый бетон 1000 кг/м ³	0,33	0,303	746,9	1,33	1,011	0,98	80	
3	Ячеистый бетон 600 кг/м ³	0,2	0,5	746,9	1,33	0,613	1,63	80	74,65
4	Кирпич силикатный 1800 кг/м ³	0,7	0,14	733,6	1,363	0,38	2,63	100	77,12

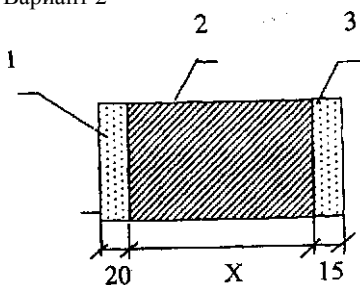
Окончание таблицы 2

	Пенополи- стирол 20 кг/м ³	0,043	2,32	770	1,29	0,08	12,5	20	58,6
	Приведен- ный коэффи- циент мате- риалов	0,7	0,14	733,6 +770х 0,08х 5= 1041,6	1,1	0,38+ 0,08= 0,46	2,17	100	56,1
	Кирпич силикатный 1800 кг/м ³	0,7	0,14	733,6	1,363	0,38	2,63	50	39,5
	Пенополи- стирол 20 кг/м ³	0,043	2,32	770	1,29	0,08	12,5	20	58,6
	Приведен- ный коэффи- циент мате- риалов	0,7	0,14	733,6 +770х 0,08х 2,5= 887,6	1,127	0,38+ 0,08= 0,46	2,17	50	33,0
	Кирпич глиняный пустотный 1200 кг/м ³	0,47	0,212	1202,4	0,831	1,453 .	0,688	50	25,8
	Ячеистый бетон 1000 кг/м ³	0,33	0,303	746,9	1,33	1,011	0,98	50	41,6
	Ячеистый бетон 600 кг/м ³	0,2	0,5	746,9	1,33	0,613	1,63	50	47,2
	Кирпич силикатный 1800 кг/м ³	0,7	0,14	733,6	1,363	0,38	2,63	20	17,0
	Пенополи- стирол 20 кг/м ³	0,043	2,32	770	1,29	0,08	12,5	20	58,6
	Приведен- ный коэф- фициент								58,6
С	Ячеистый бетон 1000 кг/м ³	0,33	0,303	746,9	1,33	1,011	0,98	20	17,1

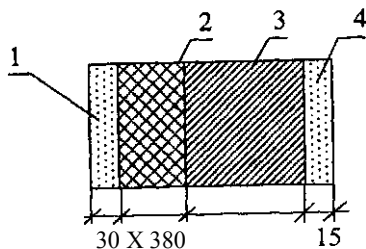
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



№ пп	Наименование слоя
1	Кирпичная кладка
2	Штукатурка
№ пп	Наименование слоя
1	Штукатурка
2	Легкий бетон
3	Штукатурка
№ пп	Наименование слоя
1	Штукатурка
2	Утеплитель
3	Кирпич силикатный
4	Штукатурка

Рис. 2. Предлагаемые проектные решения утепления наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений ГУП «Саратовгражданпроект» для условий Саратовской области с учетом требований второго этапа СНиП П-3-79** «Строительная теплотехника» для стен с нормативным сроком службы 20 лет (варианты №9, №10,) наилучший показатель у варианта №9, $S=58,66$ (проектное решение №3), применение многослойной конструкции

Вывод .

При применении данной методики учитываются следующие технико-экономические параметры строительных теплоизоляционных и конструкционных материалов:

- теплопроводность материала - важное качество, необходимое при определении проектного решения ограждающих конструкций зданий;
- стоимость материала;
- срок эксплуатации материала конструкции;
- , -сметная стоимость устройства одного квадратного метра наружной ограждающей конструкции;
- стоимость эксплуатации наружной ограждающей конструкции в течение нормативного срока службы;
- условный экономический эффект от применения материала в течение нормативного срока службы конструкции;
- толщина.наружной ограждающей конструкции - немаловажный фактор, так как он отображает материалоемкость конструкции, а это включает транспортные расходы, энергетические затраты на изготовление конструкции, затраты на монтаж материала в тело конструкции.

Таким образом, при рассмотрении четырех переменных величин мы косвенно учитываем дополнительно ещё несколько важных факторов, а именно - стоимость эксплуатации материала и условный экономический эффект (S) от применения материала в течение нормативного срока службы.

Предложенная методика позволяет рассмотреть в комплексе различные характеристики применяемых теплоизоляционных, конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных материалов, для принятия верного проектного решения при разработке наружных ограждающих конструкций. При этом одновременно учитываются технические и экономические показатели.

Проведенный сравнительный технико-экономический анализ позволит сделать прогноз физического износа жилья, а также распределения капитальных вложений в строительство, на текущий и капитальный ремонт жилых и общественных зданий.

Литература

1. СНиП П-3-79** Строительная теплотехника / Госстрой России. М.:ГУПЦГП 1,1998. 29 с.
2. Бобров Ю.Л., Гранев В.В., Никифорова О.П. Применение теплоизоляции для повышения теплозащитных качеств ограждающих конструкций зданий / Промышленное и гражданское строительство. 1998 .№10. С. 31- 34 .
3. Семенов Б. А. Нестационарная теплопередача и эффективность , теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Саратов : СГТУ, 1996. 172 с.
4. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н. Стратегия по нормированию теплозащиты зданий с эффективным использованием энергии // Жилищное строительство. 1999 . № 1. С.3-8.
5. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Гольдштейн Д. Г. Региональное нормирование - стимул повышения энергоэффективности зданий / Журнал АВОК. 1997. №5. С. 24-29.