

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ

Т. И. Ремезова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Разработано конструктивно-технологическое решение возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполняемыми полистиролбетоном, обеспечивающее увеличение теплозащитных показателей монолитных наружных стен в процессе выполнения бетонирования. Экономическая эффективность предложенного решения определена в результате расчета чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, срока окупаемости инвестиций.

Ключевые слова: экономическое обоснование, строительные процессы, керамзитобетонная монолитная наружная стена, инвестиции, чистый дисконтированный доход, индекс доходности.

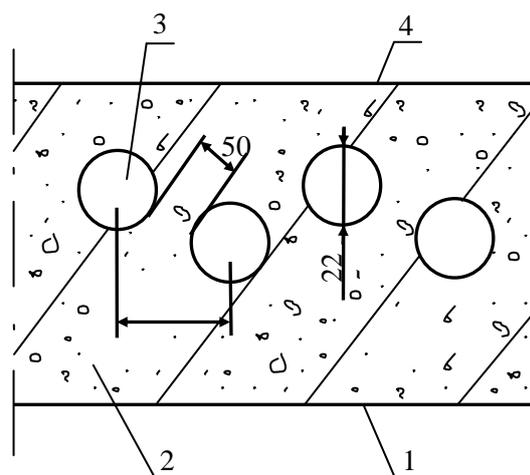
Повышение требований к уровню теплозащиты ограждающих конструкций зданий [1] способствовало интенсивному развитию и внедрению в практику строительного производства новых эффективных технологических, конструктивных решений, теплоизоляционных материалов с низким коэффициентом теплопроводности и малым водопоглощением, а также разработке технологических организационных решений.

Проведенный анализ показывает, что современные технологические и конструктивные решения являются недостаточно эффективными, применимыми и дорогими, для использования в монолитном домостроении. Это вызывает необходимость поиска новых технологических решений монолитного домостроения [2-6], увеличения теплозащитных показателей монолитных наружных стен в процессе выполнения бетонирования. Всё это позволило сформулировать рабочую гипотезу, что устройство в монолитных наружных стенах вертикальных цилиндрических каналов, заполненных теплоизоляционным материалом, повысит теплозащитные характеристики монолитных наружных стен, снизит ресурсоёмкость зданий. Для решения данной проблемы на кафедре технология и механизация строительства АлтГТУ был разработан технологический регламент [6] по технологии и организации, конструктивная схема утепления монолитных бетонных стен (рисунок 1). Такое конструктивно-технологическое решение позволяет помимо повышения его теплозащитных свойств решить ряд других сопут-

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 2 2017

ствующих задач, в т.ч. уменьшения веса монолитных наружных стен, экономия керамзитобетона, энергоресурсов во время эксплуатации.

Проведены и проанализированы теоретические исследования, расчеты закономерностей изменения термического сопротивления в монолитной наружной стене с вертикальными каналами, в зависимости от геометрических размеров каналов, расстояния между каналами и теплотехнических характеристик утепляющих материалов.



1 – внутренняя поверхность стены; 2 – армированный керамзитобетон; 3 – вертикальный цилиндрический канал с возможным заполнением утеплителем; 4 – внешняя поверхность стены

Рисунок 1 – Конструкция монолитной наружной стены с двухрядным расположением вертикальных цилиндрических каналов

Актуальность направлений исследования обусловлена необходимостью совершенствования технологических решений при возведении монолитных керамзитобетонных наружных стен зданий с повышенными теплозащитными свойствами на основе реализации идеи выполнения в этих стенах вертикальных цилиндрических каналов. На первом этапе работы была исследована эффективность технологии возведения монолитной керамзитобетонной стены с вертикальными каналами без их заполнения эффективным утеплителем. Установлено, что такая технология применима для южных районов России, поскольку существенно снижается вес конструкции, но вследствие конвективного теплообмена внутри каналов тепловая защита зданий повышается незначительно даже при наличии воздухонепроницаемых мембран. Дальнейшие исследования были сосредоточены на обосновании и разработке технологии возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными эффективным теплоизоляционным материалом и контроле однородности реальных потерь тепла с целью исключения «мостиков холода».

Для экономического обоснования разработанного технологического решения утепления керамзитобетонных стен зданий и оценки его экономической эффективности был проведен сравнительный анализ денежных потоков при строительстве и эксплуатации зданий с базовым и предложенным технологическим решением наружных стен зданий. Под базовым технологическим решением была принята наиболее часто применяемая в строительстве конструкция стен одноэтажного здания размерами 10×10×3 м. Толщина керамзитобетонной стены принималась 0,67 м. Теплопроводность керамзитобетона 0,56 Вт/(м·К). В предложенном технологическом решении толщина керамзитобетонной стены 0,67 м, диаметр утепляющих вертикальных цилиндрических каналов 0,225 м, расстояние между каналами 0,05 м. Теплопроводность керамзитобетона 0,56 Вт/(м·К), утеплителя 0,08 Вт/(м·К).

Расчет эффективности инвестиций от осуществления мероприятий по повышению теплозащитных свойств керамзитобетонных стен выполнен с помощью метода дисконтирования в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов. Дисконтирование – это приведение разновременных затрат к текущему (начальному) моменту времени.

Дисконтирование [7-9] осуществляется с помощью коэффициента дисконтирования α_t , определяемому по формуле

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (1)$$

где α_t – коэффициент дисконтирования на шаге t ; E – норма дисконта, установленная исходя из ставки рефинансирования Центрального банка; t – номер шага расчета, $t = 1, 2 \dots T$; T – горизонт расчета – 10 лет.

Оценка эффективности выполняется на основе следующих показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности, срок окупаемости инвестиций. Чистый дисконтированный доход позволяет сопоставить полученные от реализации мероприятия результаты (приток денежных средств) с затратами на его осуществление (отток денежных средств).

Расчет чистого дисконтированного дохода, характеризующего интегральный приведенный эффект, осуществляется по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (P_t - Z_t) \cdot \alpha_t, \quad (2)$$

где P_t – результат, получаемый при реализации варианта конструктивных решений на шаге расчетного периода t , руб.; Z_t – затраты, осуществляемые при реализации варианта конструктивных решений на шаге расчетного периода t , руб.

Критерием эффективности проекта является значение индекса доходности дисконтированных инвестиций (ИДД) больше единицы, который рассчитывается по формуле

$$\text{ИДД} = \frac{\text{ЧДД}}{\sum_{t=0}^T K_t \cdot \alpha_t} + 1, \quad (3)$$

где K_t – инвестиции на шаге t расчетного периода, руб.

Наиболее эффективному варианту будет соответствовать наибольшее значение ИДД.

При расчете чистого дисконтированного дохода в качестве результата принята экономия, получаемая за счет достижения энергосберегающего эффекта. Расчет тепловых потерь для сравниваемых зданий показал, что через однородные керамзитобетонные стены теряется 28,91 тыс. кВт.ч теплоты, а через неоднородные керамзитобетонные стены с

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
МОНОЛИТНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ,
ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ**

вертикальными каналами 12,3 тыс. кВт.ч для условий г. Барнаула. Величина энергосберегающего эффекта определяется умножением размера экономии тепла за отопительный сезон, получаемой за счет повышения теплозащиты здания, на цену 1 Гкал тепловой энергии. Экономия тепла, получаемая за счет повышения теплозащиты здания, составила 12,5 Гкал в год.

В составе затрат учтены дополнительные инвестиционные затраты, возникающие при устройстве вертикальных каналов с утеплителем по сравнению с устройством традиционных керамзитобетонных стен. Для определения величины этих затрат необходимо определить стоимость вариантов стен. С этой целью составлены сметы базисно-индексным методом в ценах 2001 г. в соответствии с рекомендациями МДС 81-35.2004 с применением сборников Территориальных единичных расценок, разработанных для условий и цен

на ресурсы и тарифы Алтайского края. В результате расчетов дополнительные инвестиционные затраты определены разницей стоимости вариантов стен базового варианта (стена из керамзитобетона) и стен из керамзитобетона с вертикальными каналами, заполненными утеплителем (447420 – 369016 = 78404 р).

Результат оценки эффективности дополнительных инвестиций (таблица 1) показал, что за рассматриваемый период в 10 лет чистый дисконтированный доход имеет положительное значение, индекс доходности составил 1,58, что больше единицы, т.е. данные инвестиции эффективны.

Чистый дисконтированный доход проекта для разработанного технологического решения утепления керамзитобетонных стен одноэтажного здания показан на рисунке 2. Полная окупаемость дополнительных инвестиций наступает на 6-м году расчета.

Таблица 1 – Результат оценки эффективности дополнительных инвестиций

№	Наименование показателя	Горизонт расчета, годы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Результат осуществления мероприятия	9,3	10,92	12,82	15,04	17,66	20,74	24,34	28,58	33,55	39,4
1,1	Энергосберегающий эффект, тыс. руб.	1,17	1,37	1,6	1,89	2,22	2,6	3,06	3,59	4,22	4,95
	Итого:	9,3	10,92	12,82	15,04	17,66	20,74	24,34	28,58	33,55	39,4
II	Затраты на осуществление										
2,1	Дополнительные затраты, тыс. руб.	78,404									
	Итого:	78,404									
III	Чистый доход, тыс. руб.	-69,1	-58,18	-45,36	-30,36	-12,66	8,08	32,42	60,99	93,94	134
IV	Коэффициент	0,905	0,82	0,74	0,67	0,61	0,55	0,5	0,45	0,41	0,37
V	Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	-62,5	8,95	9,48	10,07	10,77	11,41	12,17	12,86	13,75	14,5
VI	Интегральный чистый доход, тыс. руб.	-62,5	-47,75	-33,8	-20,34	-7,72	4,44	16,2	21,2	32,8	44,2
VII	Индекс доходности	1,58									

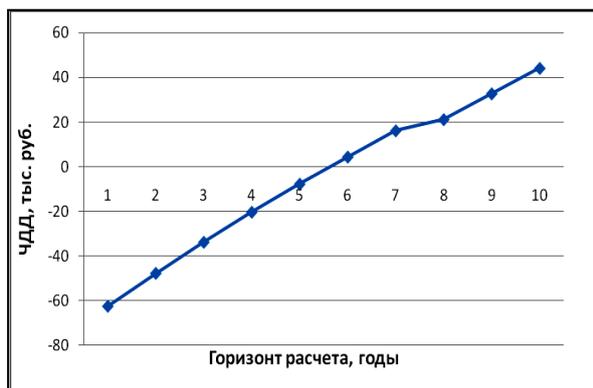


Рисунок 2 – Чистый дисконтированный доход проекта для разработанного технологического решения утепления керамзитобетонных стен одноэтажного здания

Если фактические темпы роста цен на тепловую энергию будут выше спрогнозированных, то эффективность инвестиций возрастет, а срок окупаемости сократится.

Таким образом, анализ полученных в данной главе результатов позволяет сделать следующие выводы, что экономическое обоснование разработанного технологического решения утепления керамзитобетонных стен на примере одноэтажного здания показало, что полная окупаемость дополнительных затрат на их возведение наступает на 6 году эксплуатации, индекс доходности составил 1,58.

Выводы

Экономическая эффективность, возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном, обеспечивается выполнением строительных процессов в соответствии СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», при производстве процессов возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен, строительных процессов, введенных в технологию, входящих в состав ППР. Полная окупаемость дополнительных инвестиций для разработанного технологического решения утепления керамзитобетонных стен наступает на 6-м году эксплуатации при расчете чистого дисконтированного дохода, индекс доходности составил 1,58.

Устройство вертикальных цилиндрических каналов в монолитных конструкциях позволяет снизить расход бетона и вес конструкций до 20% и уменьшить расход тепловой энергии на отопление во время эксплуатации зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М. : Госстрой России, 2012. – 27 с.
2. СП 70.13333.2012. Несущие и ограждающие конструкции. – М. : Госстрой России.
3. Мацкевич, А. Ф. Анализ эффективности внедрения автоматизированной технологии производства бетонных работ в монолитном домостроении / А. Ф. Мацкевич и др. // Известия вузов. – Строительство. – 2002. – № 5. – С. 66-69.
4. Ващенко, Е. Б. Формирование ресурсосберегающей технологии производства бетонных работ в строительстве / Е. Б. Ващенко, Ю. А. Веригин // Научно-техническая конференция, г. Барнаул, 2006 г., Сб. – № 61. – С. 34-38.
5. Ремезова, Т. И. Технология возведения теплоэффективных керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном / Т. И. Ремезова // Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 3. – С.111-117.
6. Патент РФ № 2380496, 27.01.2010. Ремезова Т. И. Способ теплозащиты наружной монолитной стены // Патент России № 2380496. – 2010.
7. Макейкина, Т. И. Теплотехнические и экономические показатели керамзитобетонных стен с вертикальными пустотами / Т. И. Макейкина, А. Н. Хуторной, А. В. Колесникова // Международная научно-техническая конференция, Майорка, Испания. – 2003. – С. 57-61.
8. Макейкина, Т. И. Условия окупаемости затрат на повышение теплозащиты ограждающих конструкций зданий / Т. И. Макейкина, А. С. Бочаров // Научно-техническая конференция, г. Барнаул. – Сб. – № 61. – 2006. – С. 43-45.
9. Иванов, В. Н. Экономико-математическое моделирование в строительстве / В. Н. Иванов, И. С. Клопунов // Омск : Изд-во Роскартография, 2000. – 53 с.

Ремезова Т.И. – доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: remezova@bk.ru.