

EDN: POLSLH

УДК 692.42/.47

В. А. МАЗУР, М. А. ЧАЙКАФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевский, г. Макеевка

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ УТЕПЛЕННОГО БЕСКАРКАСНОГО СВОДЧАТОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ АРОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Аннотация. В работе проанализированы существующие конструктивные решения утепленных бескаркасных сводчатых покрытий из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей и проблемы возникающие при их эксплуатации. В холодное время года образуется конденсат на внутренней поверхности профиля и в толще теплоизоляционного слоя, что значительно снижает сопротивление теплопередачи подобных конструкций и приводит к увеличению эксплуатационных затрат на отопление. В том числе, приводит к ускорению процессов коррозии профилей и к сокращению срока эксплуатации, как кровельного покрытия, так и всего здания или сооружения. Для решения отвода сконденсированной влаги предложено совершенствование конструктивного решения сводчатого покрытия утепленного методом двойной арки за счет создания вентилируемой воздушной прослойки. Выполнена технико-экономическая оценка принятых конструктивных решений утепленного бескаркасного арочного ангара, на основании которой была обоснована рациональность применения предложенного усовершенствованного конструктивного решения.

Ключевые слова: бескаркасное сводчатое покрытие, теплопотери, энергосбережение, срок окупаемости.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблема поиска усовершенствованного конструктивного решения бескаркасного сводчатого покрытия из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей обусловлена не только требованиями «Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года в части энергоэффективности зданий и сооружений, но и концепцией безопасности зданий и сооружений, представленной в Федеральном законе от 30.12.2009 г. № 384 – ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»».

Существующие научные разработки и используемые в строительной практике конструктивно-технологические решения в области проектирования бескаркасных покрытий из стальных тонкостенных арочных профилей не в полной мере обеспечивают нормативные требования, что приводит не только к значительным теплопотерям через ограждающие конструкции подобных зданий и сооружений, но и к ускоренному износу самих тонкостенных холодногнутых арочных профилей из-за коррозии профилей.

Проблемы энергоэффективности наружных ограждающих конструкций рассматриваются в работах Л. Д. Богуславского, В. Г. Гагарина, А. С. Горшкова, В. К. Савина, W. Li, N. N. Kanga и многих других [1–10]. Учеными установлено, что оптимальным является внешнее утепление ограждающих конструкций с созданием вентилируемой воздушной прослойки для удаления конденсатной влаги.

Предложенное в работе конструктивное решение бескаркасного утепленного сводчатого покрытия из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей с устройством двойной арки

© В. А. Мазур, М. А. Чайка, 2023



позволяет повысить энергоэффективность ограждающих конструкций за счет устройства теплоизоляционного слоя без сокращения их нормативного срока эксплуатации профиля за счет созданий вентилируемой воздушной прослойки.

Однако, устройство сводчатого покрытия из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей способом двойной арки увеличивает единовременные затраты на начальных этапах строительства, поэтому следует произвести оценку экономической эффективности различных способов утепления бескаркасных сводчатых покрытий, используя методики расчета сроков окупаемости [9, 10] для определения показателя прогнозируемого срока окупаемости инвестиций.

Целью работы является технико-экономическое обоснование усовершенствованного конструктивного решения бескаркасного сводчатого покрытия из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей, утепленного методом устройства двойной арки с вентилируемой воздушной прослойкой при сравнении сроков окупаемости применяемых методов утепления в технологии бескаркасного строительства.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать существующие конструктивные решения в зависимости от применяемых методов утепления бескаркасных сводчатых покрытий из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей и проблемы, возникающие при их эксплуатации;

2. Рассчитать потери тепловой энергии (трансмиссионные потери) через 1 м² ограждающей конструкции бескаркасного сводчатого при рассматриваемых конструктивных решениях и рассчитать эксплуатационные затраты на отопление;

3. Оценить сроки окупаемости рассматриваемых конструктивных решений утепленного бескаркасного сводчатого покрытия.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В современном строительстве применяют следующие способы утепления бескаркасных сводчатых покрытий:

- внутреннее утепление методом напыления вспененного пенополиуретана;
- внутреннее утепление минераловатными плитами с устройством подвесной потолочной конструкции;
- утепление методом устройства двойной арки с заполнением минеральной ватой или пенополиуретаном;
- внешнее утепление минераловатными плитами с устройством внешней гидроизоляционной оболочки из пофнастила или ПВХ-мембраны по сборной стяжке.

Анализ отчетов компаний, занимающихся возведением сводчатых покрытий и сооружений из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей, показал, что наиболее распространенным способом утепления является метод нанесения вспененного пенополиуретана на внутреннюю поверхность профиля (рис. 1, а). В результате получается невентилируемая ограждающая конструкция, имеющая неравномерную толщину утеплителя (из-за технологии вспенивания пенополиуретана) и специфический внешний вид.

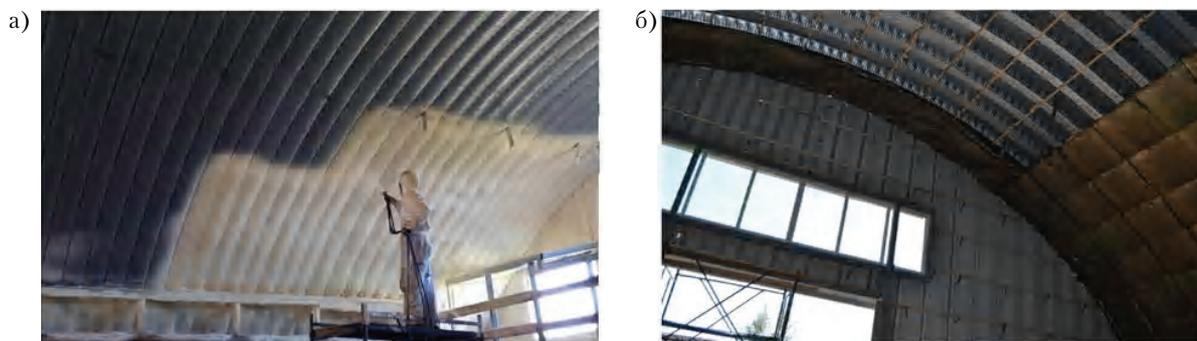


Рисунок 1 – Варианты с внутренним утеплением сводчатого покрытия: а) утепление пенополиуретаном; б) утепление минераловатными плитами.

В конструктивном решении с устройством внутреннего теплоизоляционного слоя минераловатными плитами и подвесной потолочной конструкции (рис. 1, б) воздушная вентилируемая прослойка отсутствует.

Конструктивное решение утепленных бескаркасных арочных ангаров с устройством внешнего теплоизоляционного контура из минераловатных плит и гидроизоляции из профнастила (рис. 2, б) или ПВХ-мембраны по жесткому основанию характеризуется созданием замкнутой невентилируемой воздушной прослойки.

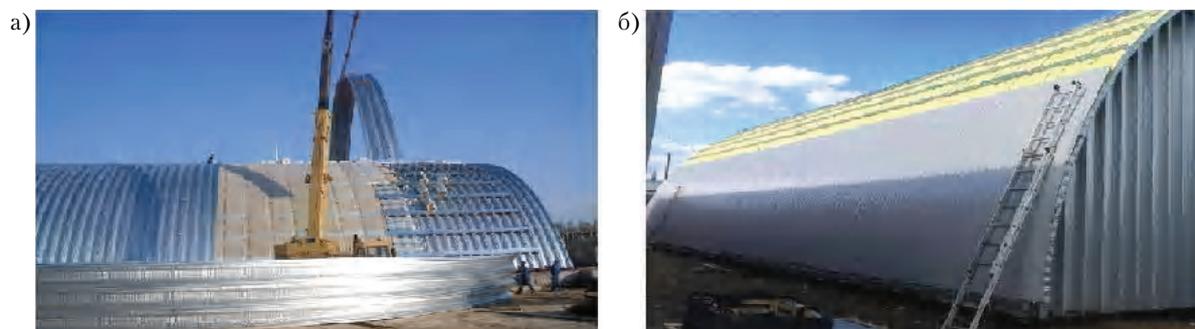


Рисунок 2 – Варианты наружного утепления бескаркасных сводчатых покрытий: а) утепление методом устройства двойной арки; б) внешнее утепление минераловатными плитами с устройством внешней гидроизоляционной оболочки.

По результатам обследований покрытий зданий и сооружений, выполненных вышеописанными способами, и анализа дефектных актов выявлены обширные области коррозионного износа стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей (рис. 3), возникающие вследствие образования конденсата на внутренней поверхности профиля и в толще теплоизоляционного слоя.



Рисунок 3 – Коррозионный износ стального профиля.

Известно, что коррозионные потери и скорость коррозии зависят от количества сконденсированной влаги в толще ограждающей конструкции, продолжительности нахождения конструкции во влажном состоянии и составляют от 18 мкм в год. В том числе скопление влаги в теплоизоляционном слое значительно ухудшает теплотехнические свойства утеплителя, что приводит к снижению показателей эксплуатационной надежности покрытия.

Решением проблемы отвода конденсационной влаги является усовершенствованное конструктивное решение утепленного сводчатого покрытия с устройством двойной арки из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей, работающих независимо друг от друга для обеспечения устройства вентилируемой прослойки (рис. 4). В качестве теплоизоляции используется минеральная вата плотностью не менее 100 кг/м³.

При таком конструктивном решении, влага выводится свободной конвекцией потока воздуха в вентилируемой прослойке происходящей за счет разности давления создаваемой вентиляционными отверстиями в пониженной и коньковой зонах покрытия.

В качестве объекта исследования принята наружная ограждающая конструкция арочного ангара из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей входящего в состав авиационно-технических баз авиации при трех методах утепления (рис. 5):

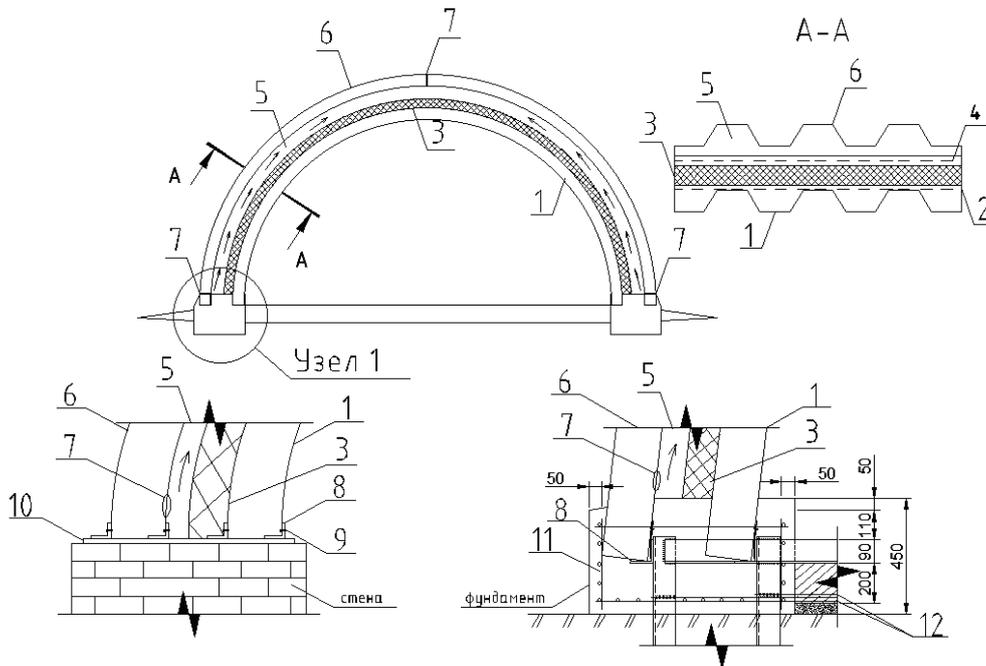


Рисунок 4 – Конструктивное решение сводчатого покрытия, выполненное методом устройства двойной арки из стальных тонкостенных арочных профилей: 1, 6 – нижняя, верхняя арка; 2 – пароизоляция; 3 – утеплитель; 4 – супердиффузионная мембрана; 5 – воздушная вентилируемая прослойка; 7 – вентиляционное отверстие; 8 – уголок; 9 – крепления на саморезах; 10 – опорная пластина; 11 – арматурная сетка; 12 – затяжка.

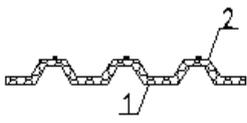
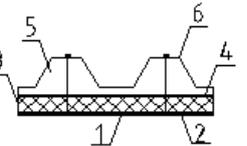
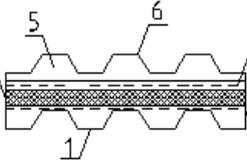
№	Вариант конструктивного решения утепленного арочного ангара	Описание
1		Однослойное сводчатое покрытие. Внутреннее утепление методом напыления вспененного пенополиуретана: 1-пенополиуретан; 2-арочный профиль
2		Однослойное сводчатое покрытие. Внутреннее утепление минераловатными плитами с устройством подвешенной потолочной конструкции: 1-профнастил; 2-пароизоляция; 3- минвата; 4-ветро-, гидрозащита; 5-вентилируемая воздушная прослойка, 6-арочный профиль
3		Двухслойное сводчатое покрытие. Утепление методом устройства двойной арки из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей работающих независимо друг от друга для обеспечения устройства вентилируемой воздушной прослойки: 1,6-нижний, верхний арочный профиль; 2-пароиз.-антиконденсационная пленка; 3- минвата плотностью не менее 100кг/м3; 4-супердиффузная мембрана; 5-вентилируемая воздушная прослойка;

Рисунок 5 – Варианты конструктивного решения утепленного бескаркасного арочного ангара.

1. Внутреннее утепление методом напыления пенополиуретана;
2. Внутреннее утепление минераловатными плитами с устройством подвесной потолочной конструкции;
3. Утепление методом устройства двойной арки с заполнением минеральной ватой с устройством вентилируемой воздушной прослойкой.

Геометрические размеры ангара в работе не представлены, так как в данной работе эксплуатационные потери тепловой энергии и капитальные затраты рассчитываются на 1 м^2 утепленной наружной ограждающей конструкции.

Расчетные климатические параметры приняты согласно СП 131.13330 «Строительная климатология» [11] для г. Ростов-на-Дону. Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий приняты согласно «приложению Т» СП 50.13330 [12] учитывая условия эксплуатации конструкций. Согласно нормативных требований базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче покрытий зданий и сооружений расположенных на территории Ростовской области составляет, г. Ростов-на-Дону $R_0^{\text{тп}} = 3,001, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Средние потери тепловой энергии через 1 м^2 ограждающую конструкцию и стоимость эксплуатационных затрат за один отопительный период определялись согласно методике представленной в работах [9, 10]. Величины тарифов приняты в зависимости от вида системы теплоснабжения для Ростова-на-Дону актуальные на 2023 год. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные затраты

Расчетный показатель	Виды систем теплоснабжения	Вариант конструктивного решения			
		Вариант базовый	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	2	3	4	5	6
Эксплуатационные затраты на компенсацию потерь тепловой энергии через 1 м^2 конструкции Δ , руб/год	Электрическое теплоснабжение	1 776,41	93,56	92,7	90,38
	Централизованное отопление	1 120,23	59	58,46	57
Величина уменьшения эксплуатационных затрат при выбранном методе утепления по сравнению с базовым неутепленным вариантом $\Delta\Delta$, руб/год	Электрическое теплоснабжение	–	1 682,86	1 683,72	1 686,03
	Централизованное отопление	–	1 061,24	1 061,78	1 063,24
Толщина утеплителя $\delta_{\text{тп}}$, мм		–	117	130	120

Расчет прогнозируемых сроков окупаемости инвестиций направленных на возведение утепленного бескаркасного сводчатого покрытия с принятым конструктивным решением используется метод приведенных затрат [9].

Необходимо отметить, что простой (бездисконтный) срок окупаемости является лишь оценочным, так как не учитывает рост тарифов на тепловую энергию, рост процентов по кредиту в случае использования заемных средств и не учитывает дискредитирование будущих денежных потоков достигаемых за счет уменьшения эксплуатационных потерь. Указанные факторы учитываются при определении сроков сложной окупаемости.

В данной работе при определении срока сложной окупаемости приняты: в качестве меры дисконтирования – величина ключевой ставки Центрального Банка РФ, согласно решению совета директоров Банка России от 15 сентября 2023 года ключевая ставка установлена на уровне 13 % годовых; средний ежегодный рост стоимости тарифов составляет 15 %; для выполнения работ используются заемные средства предоставленные банком под 17,8 % годовых, кредит взят на 1 год. Капитальные затраты определены согласно калькуляций составленных на основании фактических объемов монтажных и вспомогательных работ, исходя из наличия отдельных видов простых процессов и операций необходимых при рассматриваемых методах утепления. С учетом фонда заработной платы, стоимости материалов, эксплуатации машин и механизмов, с использованием соответствующих сборников государственных элементных сметных норм (ГЭСН), и применением индексов пересчёта в цены текущего года. Результаты расчета представлены в таблице 2. Капитальные затраты на возведение неутепленного ангара составляют 3241,12 руб./м².

Таблица 2 – Прогнозируемые строки окупаемости

Расчетный показатель	Виды систем теплоснабжения	Вариант конструктивного решения		
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
		Однослойное сводчатое покрытие с внутренним утеплением методом напыления ППУ	Однослойное сводчатое покрытие с внутренним утеплением с устройством подвесной потолочной конструкцией	Двухслойное сводчатое покрытие утепленное методом устройства двойной арки с вентилируемой воздушно прослойкой
1	2	5	6	6
Капитальные затраты К, руб/м ²	Электрическое теплоснабжение	8 522,31	5 182,67	6 279,5
	Централизованное отопление			
Разница капитальных затрат ΔК, руб/м ²	Электрическое теплоснабжение	5 281,19	1 941,55	3 038,38
	Централизованное отопление			
Капитальные затраты при аннуитетных ежемесячных платежах ΔК̄, руб/м ²	Электрическое теплоснабжение	7 233,02	2 143,6	3 389,9
	Централизованное отопление			
Разница эксплуатационных затрат ΔЭ, руб/м ² год	Электрическое теплоснабжение	1 683,72	1 686,03	1 686,03
	Централизованное отопление	1 061,78	1 063,24	1 063,24
Бездисконтный срок окупаемости Т, год	Электрическое теплоснабжение	3,14	1,15	1,80
	Централизованное отопление	4,98	1,83	2,86
Дисконтированный срок окупаемости Т, год	Электрическое теплоснабжение	3,38	1,27	1,97
	Централизованное отопление	5,27	1,99	3,09

В зависимости от принятого конструктивного решения удельная трудоемкость строительства утепленного бескаркасного арочного ангара составляет: при однослойном сводчатом покрытии с внутренним утеплением методом напыления пенополиуретана – 0,43 чел.-дн./м²; при однослойном сводчатом покрытии с внутренним утеплением с устройством подвесной потолочной конструкции –

0,30 чел.-дн./м²; при двухслойном сводчатом покрытии утепленным методом устройства двойной арки с вентилируемой воздушной прослойкой – 0,30 чел.-дн./м².

На рисунке 6 представлены сравнительные гистограммы капитальных вложений и оценочной окупаемости строительства утепленного бескаркасного арочного ангара при применении различных конструктивных решений.

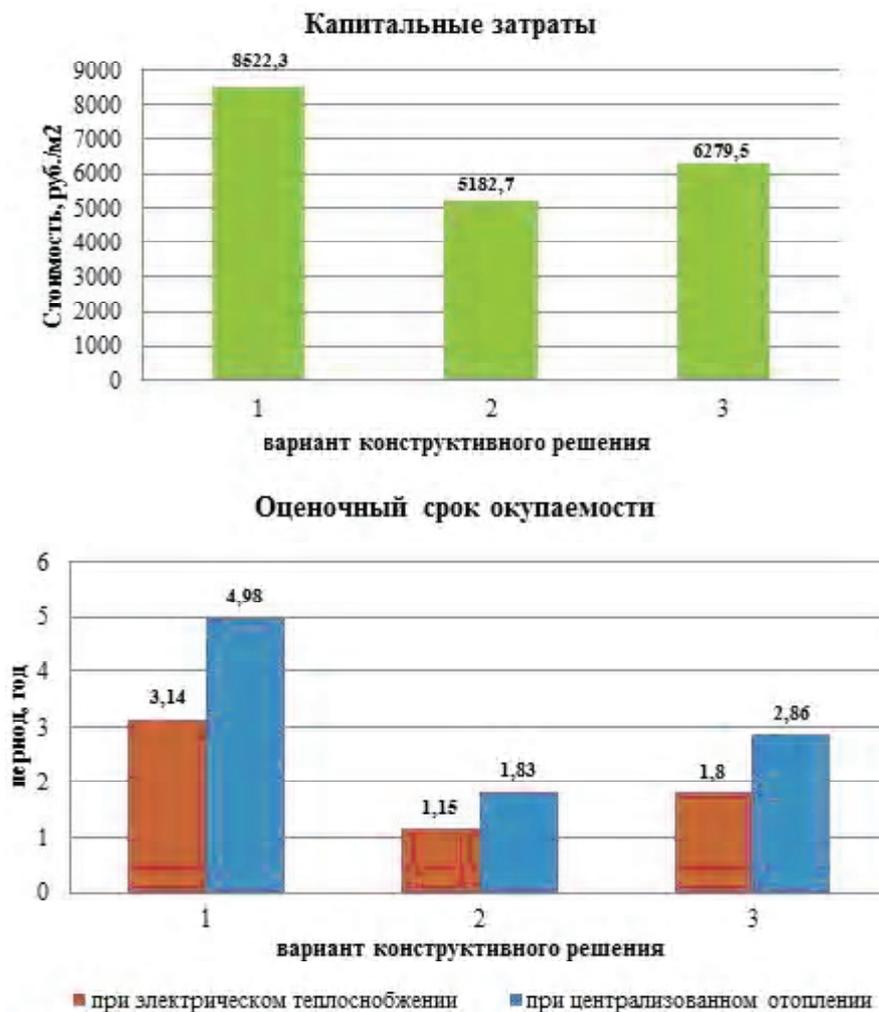


Рисунок 6 – Сравнительные гистограммы капитальных вложений и оценочной окупаемости при разных конструктивных решениях утепленного арочного ангара: 1 – однослойное сводчатое покрытие с внутренним утеплением методом напыления пенополиуретана; 2 – однослойное сводчатое покрытие с внутреннее утепление с устройством подвесной потолочной конструкцией; 3-двухслойное сводчатое покрытие утепленное методом устройства двойной арки с вентилируемой воздушно прослойкой.

Согласно представленным данным (табл. 2) максимальный дисконтированный (сложный) срок окупаемости при энергосберегающих мероприятиях сводчатого покрытия из стальных тонкостенных холодногнутых арочных профилей оказывается при внутреннем утеплении метод нанесения вспененного пенополиуретана и составляет менее 5,5 лет.

Минимальный дисконтированный срок окупаемости не более 2-х лет оказывается при внутреннем утеплении минераловатными плитами методом устройства подвесной потолочной конструкции. Однако при таком методе утепления элементы крепления подвесной конструкции подвергаются воздействиям различных температур, что вызывает неравномерную деформацию металлических элементов. В том числе в толще утеплителя и на поверхности арочных профилей образуется конденсат, что приводит к снижению сопротивления теплопроводности, следовательно, и к увеличению эксплуатационных затрат.

На основании вышеизложенного с учетом рассчитанной окупаемостью, которая не превышает 3,1 лет, наиболее эффективным решением утепления является метод устройства двойной арки с заполнением минеральной ватой с вентилируемой воздушной прослойкой, за счет которой решается проблема отвода конденсационной влаги.

При таком конструктивном решении эксплуатационные затраты на компенсацию потерь тепловой энергии через 1 м² конструкции в зависимости от вида системы теплоснабжения и в соответствии с тарифными ставками для Ростовской области не превышают:

- при централизованном отоплении – 50 рублей в год;
- при электрическом теплоснабжении – 90,38 рублей в год.

По сравнению с базовым неутепленным вариантом предложенное усовершенствованное конструктивное решение после первого отопительного периода позволит сэкономить:

- при централизованном отоплении – 1 063,24 рублей;
- при электрическом теплоснабжении – 1 686,03 рублей.

Капитальные затраты на возведение утепленного арочного ангара возведенного методом устройства двойной арки с вентилируемой прослойкой толщиной 50 мм составит 3 081,26 рублей/м².

Оценочный срок окупаемости за счет уменьшения эксплуатационных затрат на отопление составит:

- при централизованном отоплении – менее 3-х лет;
- при электрическом теплоснабжении – менее 2-х лет.

Удельная трудоемкость работ при строительстве утепленного бескаркасного арочного ангара с применением рассматриваемого конструктивного решения составит 0,30 чел.-дн./м².

ОСНОВНОЙ ВЫВОД

Сравнение технико-экономических показателей рассматриваемых конструктивных решений утепленного бескаркасного арочного ангара показало рациональность применения предложенного усовершенствованного конструктивного решения. Установлено, что большие единовременные затраты на устройство покрытий методом устройства двойной арки с вентилируемой воздушной прослойкой окупятся оценочно менее чем через 3 года за счет сокращения эксплуатационных затрат компенсирующих потери тепловой энергии через 1 м² конструкции. Предполагаемый удельный экономический эффект в зависимости от вида системы теплоснабжения составит от 1 063,24 до 1 686,23 руб/ м²-год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богуславский, Л. Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции / Л. Д. Богуславский. – Москва : Стройиздат, 1985. – 336 с. – Текст : непосредственный.
2. Клиндух, Н. Ю. Энергосбережение зданий на основе совершенствования и развития новых конструктивных схем навесных фасадных систем / Н. Ю. Клиндух, А. В. Терешкова, О. Шамова. – Текст : непосредственный // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2012. – Том 2. – С. 178–181.
3. Савин, В. К. Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение / В. К. Савин. – Москва : Издательство Лазурь, 2005. – 432 с. – Текст : непосредственный.
4. Савин, В. К. Энергоэффективность наружных конструкций зданий / В. К. Савин. – Текст : непосредственный // Энергосбережение. – 2002. – № 6. – С. 63–65.
5. Гагарин, В. Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В. Г. Гагарин. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2008. – № 8. – С. 41–47.
6. Табунщиков, Ю. А. Оценка экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие технологии / Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин. – Текст : непосредственный. – АВОК. – 2005. – № 7. – С. 10–21.
7. Горшков, А. С. Окупаемость инвестиций в реновацию фасадов зданий с учетом технологических и экономических факторов / А. С. Горшков, П. П. Рымкевич. – Текст : непосредственный // Энергонадзор-информ. – 2013. – № 4. – С. 32–35.
8. Kanga, Na. Na. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior / Na. Na. Kanga, Sung Heui Cho, Jeong Tai Kimb // Energy and Buildings. – 2012. – Volume 46. – P. 112–122.
9. Техничко-экономическое обоснование мероприятий по утеплению ограждающих конструкций частного жилого дома / Д. В. Немова, Н. И. Ватин, А. С. Горшков [и др.]. – Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 8 (23). – С. 93–115.
10. Горшков, А. С. Методика и пример расчета окупаемости инвестиций при реализации энергосберегающих мероприятий в строительстве / А. С. Горшков, П. П. Рымкевич. – Текст : непосредственный // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2014. – № 9 (188). – С. 40–45.

11. СП 131.13330.2020. Строительная климатология = Building climatology : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2020 г. N 859/пр и введен в действие с 25 июня 2021 г. : актуализированная редакция СНиП 23-01-99* : дата введения 2021-06-25 / исполнители Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова». – Москва : Минстрой России, 2020. – 114 с. – Текст : непосредственный.
12. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий = Thermal performance of the buildings : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г. : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : дата введения 2013-07-01 / исполнители Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН). – Москва : Минстрой России, 2022. – 92 с. – Текст : непосредственный.

Получена 14.11.2023

Принята 24.11.2023

VICTORIYA MAZUR, MARIA CHAYKA
FEASIBILITY STUDY OF AN IMPROVED DESIGN SOLUTION OF INSULATED
FRAMELESS VAULTED COVERING MADE OF THIN-WALLED COLD-CURVED
ARCHED STEEL PROFILES

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian Federation, Makeevka

Abstract. The paper analyzes the existing design solutions of insulated frameless vaulted coverings made of thin-walled steel cold-curved arch profiles and the problems arising during their operation. In the cold season, condensation forms on the inner surface of the profile and in the thickness of the thermal insulation layer, which significantly reduces the heat transfer resistance of such structures and leads to an increase in operating costs for heating. In particular, it leads to an acceleration of the corrosion processes of profiles and to a reduction in the service life of both the roofing and the entire building or structure. To solve the removal of condensed moisture, it is proposed to improve the design solution of the vaulted coating insulated by the double arch method by creating a ventilated air layer. The technical and economic assessment of the adopted design solutions of the insulated frameless arched hangar was carried out, on the basis of which the rationality of the application of the proposed improved design solution was justified.

Keywords: frameless vaulted coating, heat loss, energy saving, payback period.

Мазур Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству и капитальному ремонту ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Чайка Мария Александровна – ассистент кафедры технологии и организации строительства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование конструктивных решений утепленных металлических бескаркасных покрытий.

Mazur Victoriia – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

Chayka Maria – Assistant, Technology and Management in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: improvement of design solutions of insulated metal frameless coatings.