

**Руденко Александр Алексеевич,**

*д-р эконом. наук, канд. техн. наук,  
профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство»,*

**Вылегжанина Жанна Владимировна,**

*студентка магистратуры,  
«Тольяттинский государственный университет»,  
г. Тольятти, Самарская область, Россия*

## **К ВОПРОСУ О ДОСТОИНСТВАХ И НЕДОСТАТКАХ ИНВЕРСИОННОЙ КРОВЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА**

В статье проводится сравнение традиционной плоской кровли и инверсионной кровли. Выявляются достоинства и недостатки, возможность применения инверсионной кровли в случае капитального ремонта зданий. Производится анализ требований, предъявляемых к материалам инверсионной кровли. Рассматриваются некоторые технологические аспекты при проведении работ по переустройству старой кровли в кровлю инверсионного типа. Рассматривается возможность применения экструзионного пенополистирола в качестве теплоизоляционного слоя.

**Ключевые слова:** капитальный ремонт, инверсионная кровля, традиционная кровля.

Кровля является одной из важных частей любого здания. Кровля в большей степени оказывается подвержена воздействию внешних факторов, поэтому проблема её своевременного ремонта важна для увеличения срока службы всего здания. Капитальный ремонт кровель необходим в тех случаях, когда старая кровля перестает выполнять свои основные функции, которые заключаются в защите внутренних помещений от негативных атмосферных воздействий и создании благоприятного микроклимата внутри здания. Как показывают исследования [3], слои старой кровли часто содержат большое количество влаги, которая приводит к образованию конденсата, а затем к распространению коррозии в несущей конструкции. Текущий ремонт кровли в данном случае не позволит полностью избавиться от содержащейся внутри воды. Также известно [2], что срок службы многих традиционных мягких кровель составляет чуть более 10 лет, поэтому вопросы капитального ремонта кровель требуют повышенного внимания.

Традиционная плоская кровля является наиболее распространенным типом кровли в России на данный момент. Данный вариант расположения слоев предусматривает размещение гидроизоляционного ковра над теплоизоляцией [2].

Современной альтернативой традиционной кровли служит инверсионная кровля. Согласно [4], такой тип крыши стал применяться впервые в США в 1966 году. В России данное конструктивное решение также набирает популярность. Однако доля его применения остается относительно малой и достигает лишь 10%. Инверсионные кровли отличаются тем, что водоизоляционный ковер укладывается сразу на несущую конструкцию, а лишь затем располагается теплоизоляционный и защитный слои. Благодаря этому тонкий гидроизоляционный ковер оказывается защищенным от повреждений. Поэтому в отдельных случаях при капитальном ремонте и реконструкции старой традиционной кровли имеет место устройство современной конструкции инверсионного типа.

Как известно [3], инверсионная кровля имеет ряд преимуществ, главным из которых является защита гидроизоляции от резких перепадов температур, воздействия ветровых нагрузок, ультрафиолетового излучения, механических повреждений во время строительства и эксплуатации, негативного влияния паров воды. Установлено [3], что в связи с этим значительно увеличивается срок службы кровли, что является одним из наиболее важных критериев оценки при выборе конструкции крыши. Соответственно, увеличиваются и промежутки времени между капитальными ремонтами кровли. Согласно [3], срок эксплуатации инверсионной кровли составляет не менее 30 лет.

Известно [3], что инверсионная кровля является наиболее рациональным вариантом при устройстве эксплуатируемых крыш, которые набирают большую популярность во всем мире ввиду ограниченности свободных пространств в крупных мегаполисах.

Одной из разновидностей инверсионной кровли является кровля типа DUO. В этом случае теплоизоляция разделяется на два практически равных

слоя, и между ними укладывается водоизоляционный ковер. Благодаря такому расположению слоев, теплоизоляционный слой выполняет и функцию пароизоляции. Накопившаяся в нем влага без труда испаряется. Согласно [4], данный тип крыши соответствует всем физико-механическим требованиям, предъявляемым к современным кровлям.

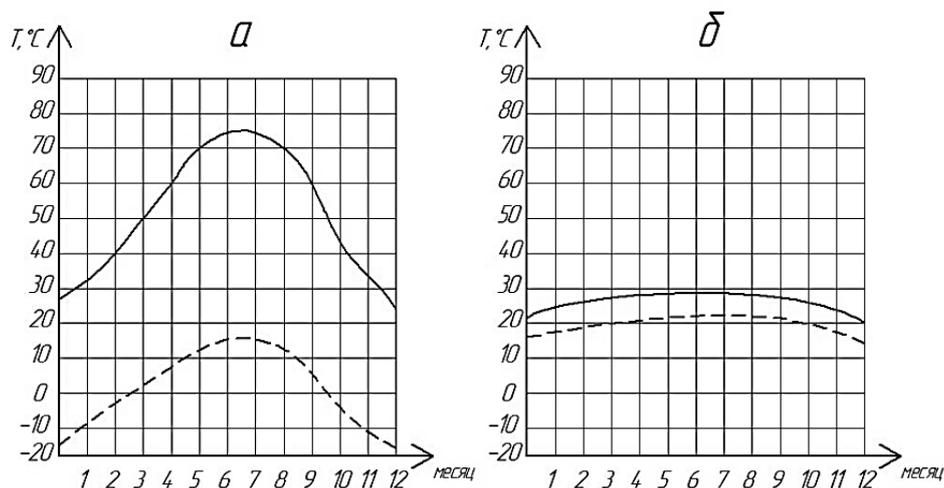


Рисунок 1 – распределение температур на нижней и верхней поверхности кровли: а – традиционная кровля, б – инверсионная кровля.

Как показано на рис. 1, инверсионная кровля испытывает меньшие колебания температур, благодаря этому увеличивается срок службы кровельной конструкции.

Однако кровля инверсионного типа предъявляет повышенные требования к теплоизоляционному слою. В процессе эксплуатации в утеплителе может накапливаться вода, поэтому применяемые материалы должны обладать высокой водостойкостью, морозостойкостью, прочностью и плотностью. Правильный выбор утеплителя позволяет в значительной степени сократить потери тепла. Анализ данных [3] показывает, что теплотери в кровле могут достигать 45% от общего количества теплотерь во всем здании.

В связи с этим наиболее удачным материалом для теплоизоляционного слоя является экструдированный пенополистерол, плотность которого в сухом состоянии составляет не менее  $30 \text{ кг/м}^3$  [1]. Его применение в инверсионной кровле позволяет практически полностью обезопасить конструкцию крыши от

возникновения конденсата [4]. Отсюда следует, что исчезает необходимость устройства слоя пароизоляции.

Экструзионный пенополистерол марки «Экстрол» – это один из материалов, которые отлично подходят для инверсионной кровли. Он обладает минимальным поверхностным водопоглощением, высокой прочностью, экологической чистотой, не способствует распространению плесени и грибка. Рассмотрим для примера его свойства.

Таблица 1 – Технические характеристики плит «Экстрол» (ГОСТ-17177)

Показатель	Экстрол 35	Экстрол 40
Прочность на сжатие, МПа	0,25	0,3
Предел прочности при изгибе, МПа	0,4	0,7
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	28-38	38-42
Теплопроводность Вт/(м·°С)	0,032	
Группа воспламеняемости	В2 (умеренно воспламеняемые)	
Группа горючести	Г1	Г4
Водопоглощение, %	0,4	

Экструзионный пенополистирол не впитывает и не накапливает влагу благодаря своей гомогенной замкнутой структуре ячеек. Плиты отличаются долговечностью и способностью сохранять исходные теплоизоляционные свойства в течение всего срока эксплуатации при воздействии влаги и механических нагрузок, имеют низкий коэффициент теплопроводности, что позволяет долгое время сохранять тепло, не давая конструкциям промерзнуть. Также к преимуществам материала можно отнести хорошие звукоизоляционные свойства и высокую морозостойкость (до 500 циклов).

Следует отметить, что плиты легко монтируются и не требуют использования дорогостоящего оборудования. Материал не крошится, не промокает, что позволяет осуществлять работы при любых погодных условиях.

Однако к недостаткам материала можно отнести его горючесть и плохую паропроницаемость. Важным шагом в решении данных проблем может стать введение различных добавок в материал утеплителя, например, графита.

Принято считать, что к «минусу» инверсионной кровли относится, прежде всего, её высокая стоимость. Однако, как показали исследования, в результате применения рассматриваемого материала объем конструкции снижается на 20% по сравнению с традиционной кровлей благодаря уменьшению толщины теплоизоляционного слоя. Следовательно, уменьшается стоимость, значительно снижается вес конструкции, что также является немаловажным фактором при выборе типа кровли.

Следует помнить, что переустройство существующей традиционной кровли в инверсионную возможно при достаточной прочности несущей конструкции [3]. Перед началом основных работ по инвентированию кровли необходимо выполнить парапет по всему периметру покрытия высотой не менее 500 мм. Все поверхности парапета теплоизолируют во избежание промерзания бетонного перекрытия.

Перед устройством изоляционных слоев поверхность железобетонной плиты покрытия выравнивают при помощи цементно-песчаной стяжки. Основание должно быть тщательно очищено от различного мусора [4]. Устройство стяжки выполняют полосами не более 3 м с использованием реек, которые служат маяками, при этом используют раствор марок 50-100 (с осадкой конуса до 30 мм). После этого для лучшего сцепления материалов поверхность рекомендуется покрывать грунтовочными составами. Далее устраивают гидроизоляционный ковер, состоящий из одного или двух слоев. На него укладывают экструзионный пенополистирол. По плитам теплоизоляции устраивают фильтрующий слой из негниющих, водопропускающих материалов типа геотекстиль. Согласно [3] рекомендуемый уклон инверсионных кровель составляет 2,5-5%.

В случае устройства «зелёных» крыш или крыш-парковок поверх утеплителя следует предусмотреть дренирующий слой из щебня или мелкого гравия.

Таким образом, инверсионная кровля является хорошей альтернативой традиционной плоской кровле. Конструкция позволяет использовать поверхность для различных целей, имеет высокую степень надежности и долговечности. Однако при выборе данной конструкции особое внимание следует обращать на применяемые материалы.

#### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

- 1. Бацагин В.С. Инверсионные кровли и материалы для их устройства / В.С. Бацагин // Строительные материалы. – 2002. - №12. – С. 10-11.*
- 2. Зобкова Н.В. Проектирование и технология устройства крыши с мягкой кровлей: учеб. пособие / Н.В. Зобкова, А.А. Пшенов. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2007. – 76 с.*
- 3. Панасюк М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство / М.В. Панасюк. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 448 с.*
- 4. Трефф Э. Долговечные конструкции плоских крыш / Пер. с нем. В.Г. Бердичевского. Под ред. А.Н. Мазалова. – М.: Стройиздат, 1988. – 136 с.*