

УДК 624.021.15 – 0.11

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО  
ПОВЫШЕНИЮ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ  
НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ**

*Береговой Александр Маркович,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Городское строительство и  
архитектура».*

**Аннотация**

Рассмотрены физические процессы, приводящие к разрушению конструктивных слоев наружных ограждений. На основе проведенных натурных исследований даны рекомендации по выбору архитектурно-строительных и технологических мероприятий, способствующих повышению долговечности этих конструкций и кровель.

**Ключевые слова:** архитектурно-строительные мероприятия, долговечность конструкций, стойкость материала, кровля.

**ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION MEASURES TO IMPROVE THE  
DURABILITY OF THE STRUCTURAL LAYERS OF OUTER ENCLOSURES**

*Beregovoy Alexander Markovich,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Doctor of Sciences, Professor of the department “Urban Construction and  
Architecture”.*

**Abstract**

There was considered the physical processes, leading to the destruction of the structural layers of outer enclosures. On the basis of field studies were given the

recommendations on the selection of architectural and technological measures that improve the durability of these structures and the roofing material.

**Keywords:** architecture and construction measures, durability of structures, resistance of the material, roofing material.

Воздействия внешней и внутренней среды вызывают периодические изменения температурно-влажностного состояния наружных ограждающих конструкций, что, во-первых, приводит к появлению термических усадочных напряжений, разрушающих структуру материала ограждения, а, во-вторых – снижает теплотехнические качества этой конструкции. При этом в микротрещинах, капиллярах и порах материала происходят фазовые переходы влаги, в том числе в виде ледяных прослоек, что приводит к возникновению расклинивающих давлений и к дальнейшему образованию новых трещин.

Результаты натурных обследований зданий, выполненных кафедрой «Городское строительство и архитектура» Пензенского ГУАС, показали, что наиболее подвержены таким процессам интенсивного разрушения конструктивные слои наружного ограждения, находящиеся в зоне попеременного увлажнения (кровля и основание под нее, отделочные слои, стыки панелей). Для этих слоев критерием износа  $K_{и}$  может служить утрата водонепроницаемости (по Ильинскому В.М.)

$$K_{и} = (R_{в}^{тр} - R_{в}^{\phi}) / R_{в}^{тр},$$

где  $R_{в}^{тр}$  и  $R_{в}^{\phi}$  – требуемое и фактическое сопротивление влагопроницанию,  $м^2 \cdot ч \cdot Па / мг$ .

Эти величины для однородного слоя в случае воздействия парообразной влаги определяются по формулам [1]:

$$R_{в}^{\phi} = 1/R_{пв} + \sum \delta / \mu + 1/R_{пн} \qquad R_{в}^{тр} = (e_{в} - E) R_{пн} / (E - e_{н}),$$

где  $R_{в}^{тр}$  находится из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации.

В условиях воздействия даже слабоагрессивной среды в капиллярно-пористой структуре материала ограждения могут образовываться

кристаллогидраты солей, обладающие сверхсорбционной способностью и по этой причине ускоряющие процесс коррозии материала в несколько раз. Такое воздействие оказывают, например, микроконцентрации азотной и серной кислот, образующихся в воздушной среде при соединении газов азота и сернистых газов с каплями влаги. Конденсационная влага может образоваться на поверхности ограждения под воздействием суточных колебаний температуры даже в условиях относительно сухого воздуха. Это происходит тогда, когда поверхность охлаждается до температуры точки росы или ниже нее, что приводит к полному насыщению водяными парами приграничного слоя воздуха.

Материал наружного ограждения должен обладать влагостойкостью, если он подвергается последовательным увлажнениям и высыханиям при положительной температуре; морозостойкостью, если во влажном состоянии на него воздействуют колебания температуры, переходящие через точку заморозания; коррозиестойкостью, если на него воздействуют агрессивные вещества в условиях влажной среды.

Стойкость материала ограждения к перечисленным выше воздействиям может быть обеспечена выполнением архитектурно-конструктивных, а также технологических мероприятий, влияющих на образование структуры этого материала (таблица 1). Анализ эффективности использования этих мероприятий показан в [2].

Наиболее резкие колебания температуры и большое число ее переходов через нуль в наружном поверхностном слое ограждений зданий наблюдаются в зимнее время в следующих случаях: в наружных стенах, обращенных на южную и юго-западную стороны горизонта и на территориях с низкой температурой наружного воздуха, холодными ветрами и интенсивной солнечной радиацией.

Интенсивное разрушение структуры материала наружного ограждения или его конструктивного слоя происходит тогда, когда возникающие при этом термические напряжения на отдельных участках наружной поверхности

ограждения могут превосходить расчетное сопротивление на растяжение материала, использованного в конструкции.

Таблица 1 – Архитектурно-конструктивные и технологические мероприятия по повышению долговечности наружных ограждающих конструкций

Причины снижения долговечности	Факторы повышения долговечности
При колебаниях температуры в толще ограждающей конструкции на границе различных компонентов структуры появляются напряжения, вызывающие разрушение материала. Величина этих напряжений прямо пропорциональна разности коэффициентов термического расширения $\alpha_t$ компонентов и градиенту температуры	При конструировании и изготовлении ограждений подбирают приблизительно одинаковые величины коэффициентов термического расширения $\alpha_t$ компонентов (вяжущего и заполнителя). Используют более морозостойкие материалы, поверхностно-активные вещества, выполняют объемную гидрофобизацию
Развитие трещин в крупноразмерных ограждающих конструкциях из ячеистого бетона	Большую трещиностойкость имеют неавтоклавные пенобетоны по сравнению с автоклавными, а из автоклавных – газобетоны по сравнению с пенобетонами
Нарушение сроков текущих и периодических ремонтов	Ограждающую конструкцию проектируют из ремонтпригодных элементов и слоев с примерно одинаковыми сроками службы. Конструктивные элементы с меньшей долговечностью располагают на поверхности ограждения или вблизи нее для удобства проведения их осмотра или ремонта
Попеременное увлажнение участков наружных стен атмосферной влагой	Проектирование рациональной системы водоотвода с крыш и ее периодический ремонт. Нанесение на поверхность стен защитных влагонепроницаемых покрытий
Воздействие химически агрессивных веществ	Защита поверхности ограждающих конструкций химически стойкими покрытиями ( облицовки из керамических плиток, кислотоупорного кирпича, силикатных кислотоупорных составов и др.)

Наиболее быстрым изнашиванием и потерей функциональных свойств отличаются кровельные материалы, которые находятся в сложных условиях эксплуатации.

В совмещенных неветилируемых покрытиях обследованных зданий (жилой дом по ул. Кулибина, центральный крытый рынок, плавательный бассейн в п. Белинский) в процессе диффузии водяного пара произошло скапливание и рост давления паровоздушной смеси под кровельным ковром, что привело к образованию местных вздутий ковра и его интенсивному разрушению. Этому процессу способствовало также и воздействие переменных температур и влажности, циклическое повторение процессов оттаивания-замораживания.

В таблице 2 изложены причины снижения долговечности обследованных кровель и рекомендации по ее повышению.

Таблица 2 – Факторы повышения долговечности кровель и оснований под кровлю

Причины снижения долговечности	Факторы повышения долговечности
Под влиянием температурных деформаций происходит периодическое раскрытие и закрытие трещин и швов в основании кровли на величину до 1,5...3мм. Это приводит к разрыву кровельного ковра	Полосовая или точечная приклейка нижнего слоя рулонного ковра к основанию на участках швов способствует в отличие от сплошной приклейки погашению напряжений в материале кровли. Расстояние между местами приклейки ковра назначается в пределах 80...100 см.
Рост напряжений в кровельном ковре над стыками кровельных панелей	Для уменьшения напряжений рекомендуется уложить полосы рулонного материала над стыками кровельных панелей под нижним слоем ковра с приклейкой на одной стороне стыка (шва)

Окончание таблицы 2

Рост давления водяного пара под кровлей	Для свободного выхода из-под кровли в атмосферу паро-воздушной смеси, наряду с частичной приклейкой ковра, целесообразно установить на поверхности ковра паро-вентиляционные вытяжки в виде трубок
Образование трещин в основании под кровлей под воздействием большой разницы температур наружного воздуха в дневное и ночное время	Рекомендуется выполнить в стяжках и в монолитной теплоизоляции деформационные швы

К сожалению, в отечественной практике строительства широко распространены рулонные кровли из битумных материалов, которые имеют небольшую долговечность (от 5 до 12 лет).

Для повышения долговечности и улучшения эксплуатационных качеств кровельных материалов рекомендуется:

– использовать более стойкие к атмосферным воздействиям кровли (из кровельных полимерных пленок, имеющих срок службы до 20-25 лет, из легкоплавких мастик, имеющих высокую эластичность и оказывающих эффект самозалечивания при возникновении трещин, из наплавляемых рубероидов, кровли с армирующей основой из минеральных или синтетических волокон, в том числе из стеклоткани или из двух слоев стеклоткани). При эксплуатации кровель температурно-влажностные воздействия, чередующиеся с циклами замораживания и оттаивания, могут снизить прочность рулонных материалов в несколько раз. Но у рулонных материалов с основой из минеральных или синтетических волокон наблюдается незначительная потеря прочности (до 20%).

– устраивать защитный слой из мелкого гравия по легкоплавкой мастике, что способствует снижению теплового воздействия солнечной радиации на рулонный ковер, уменьшению температурных деформаций его слоев и скорости старения материалов;

– применять битумно-полимерную композицию в покровном слое, отличающуюся относительно высокой температурой размягчения (более 100°С) и эластичностью;

– при устройстве кровель из традиционных рулонных материалов следует проектировать малый уклон ската (1,5...2,5%), что способствует долговременному сохранению их эксплуатационных качеств.

#### **Библиографический список:**

1. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: НИИСФ РААСН, 2012. 95 с.

2. Строительные материалы и наружные ограждающие конструкции зданий повышенной тепловой эффективности / А.М. Береговой, А.В. Мальцев, А.В. Гречишкин и др. Пенза: ПГУАС. 2014. 180 с.