

личество воды в материале. Максимальное количество тепла путем диффузии пара передается в том случае, когда вся поверхность пор и трещин покрывается влагой. Предполагалось, что диффузная теплопередача начиналась тогда, когда в капиллярах происходит конденсация влаги и последняя может смачивать участки поверхности вокруг выходных отверстий капилляров. По мере увеличения влажности материала вклад диффузной составляющей возрастает до максимального значения, а затем убывает. Все эти особенности необходимо учитывать, опираясь на конкретные опытные данные.

Построенная математическая модель была увязана в единый вычислительный алгоритм, который реализован в виде программы для ЭВМ. Предсказательная способность модели проверялась по опытным данным для фенольного пенопласта с плотностью 60, 100 и 200 кг/м<sup>3</sup>, а также глиняного кирпича плотностью 1300 кг/м<sup>3</sup>. Сравнение значений коэффициентов теплопроводности этих материалов, найденных путем вычислений, с опытными данными показало, пригодность предлагаемой модели для анализа теплопроводности соледержащих стеновых материалов.

Выявлено, что при влагосодержании пенопластов 2-10% соли повышают коэффициент теплопроводности, что объясняется наличием в порах твердой фазы. При дальнейшем повышении влажности уменьшается количество твердой фазы и увеличивается объем раствора. В результате эффект повышения коэффициента теплопроводности, вызванный присутствием кристаллов, поглощается эффектом понижения, обусловленным образованием растворов. Вклад диффузной составляющей может достигать 20%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов: Справочная книга. - Л.: Энергия, 1974. - 264с.
2. Обьедков В.А., Феофанова А.И., Езерский В.А. Коэффициент теплопроводности соледержащих каменных материалов// Вопросы температурно-влажностного режима памятников истории и культуры: Сб. научн. тр. НМС МК СССР. - М., 1990. - С. 18 - 33.

УДК 692.415

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕАБИЛИТАЦИИ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ ОТАПЛИВАЕМЫХ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

*Самкевич В.А.*

БПИ

Кровля - верхнее ограждение (оболочка) крыши или покрытия здания. Покрытия современных гражданских зданий можно классифицировать по функциональному назначению, объемно-конструктивному решению, способам изготовления и монтажа, способу отвода воды.

Покрытия различных конструкций состоят из следующих основных элементов:

- верхний защитный слой, предохраняющий гидроизоляционный ковер от атмосферных и механических воздействий, а также от чрезмерного перегрева солнечными лучами;
- гидроизоляционный ковер, обеспечивающий водонепроницаемость покрытия;
- основание под гидроизоляционный ковер (стяжка или кровельные плиты);
- вентилируемая прослойка или чердак, служащие для удаления избыточной влаги и предохраняющие нижерасположенные слои от теплового влияния солнечной радиации;
- теплоизоляционный слой, обеспечивающий теплозащитные качества покрытия;
- пароизоляционный слой, затрудняющий диффузию водяного пара из помещения;
- несущая конструкция.

В каждом конкретном случае в конструкции покрытия могут отсутствовать некоторые из перечисленных слоев или в одном монтажном элементе совмещаться несущие, теплоизолирующие и вентиляционные функции.

Для устройства верхнего защитного слоя может быть использован гравий фракцией 5...8 мм, втопленный в горячую битумную мастику. При использовании для гидроизоляционного ковра бронированного рубероида с крупнозернистой посыпкой светлого тона специальный защитный слой не устраивается. В южных районах иногда применяют железобетонные или керамические плитки.

Гидроизоляционный ковер выполняется как правило из рулонных материалов.

Рулонные кровли устраивают многослойными (от двух до пяти слоев) из рубероида или гидроизола на битумной мастике, стеклогидроизола, а также стеклорубероида. Использование в этих целях толя или толя-кожи на дегтевой мастике в настоящее время сокращается ввиду дефицитности и высокой стоимости исходных материалов.

Уклоны кровель из рулонных материалов при наличии защитного слоя из крупнозернистого гравия не должны превышать 2,5%.

Цементные стяжки под гидроизоляционный ковер предусматриваются в покрытиях построечного изготовления. Их выполняют из цементного раствора толщиной 20...25 мм. В зимних условиях по плитным утеплителям устраивают асфальтовые стяжки из смеси песка, битума и минерального наполнителя толщиной 15 мм.

Для восприятия температурных деформаций цементные стяжки разрезают на квадраты со стороной не более 6 м, асфальтовые - не более 4 м с заливкой швов битумно-полимерной мастикой. В покрытиях с несущими плитами сторона квадрата не должна превышать 3 м. Температурные швы в стяжке, плитах и утеплителе должны совпадать. Ровность покрытия цементной стяжки проверяют трехметровой

рейкой. Просветы между поверхностью основания и рейкой не должны превышать 5 мм. В покрытиях заводского изготовления с ровной и гладкой поверхностью кровельных панелей в устройстве стяжки нет необходимости.

По поверхности цементной стяжки или кровельных плит предусматривается огрунтовка из битума в керосине или соляровом масле (при устройстве кровель на битумных мастиках). При устройстве кровли на дегтевых мастиках огрунтовка выполняется из каменноугольного пека в бензине или антраценовом масле.

Для теплоизоляции покрытий используют жесткие материалы - плиты и блоки, мягкие - рулонные и маты, а также рыхлые, применяемые в качестве засыпок. Предпочтение следует отдавать жестким материалам (эффективные плитные утеплители из легких и ячеистых бетонов, минеральной ваты, пенопласта на основе резольных фенолформальдегидных смол, пенополистирола с добавкой антипиренов, перлитопластбетона, перлитобитума и т.п.). Гибкие и рыхлые теплоизоляционные материалы в вентилируемых конструкциях следует предохранять от инфильтрации наружного воздуха глиняной или известково-глиняной смазкой.

При необходимости пароизоляции ее устраивают между несущей конструкцией и теплоизолирующим слоем. Пароизоляция бывает рулонной или окрасочной. Рулонную пароизоляцию выполняют из рубероида, наклеиваемого на горячий битум или битумно-кукерсольную мастику, или из изола. Окрасочную пароизоляцию выполняют из битума или битумно-кукерсольной мастики за один или два раза.

Анализ конструктивных решений эксплуатируемых кровель показал, что в жилых зданиях преобладают бесчердачные (совмещенные) покрытия, как правило с рубероидным гидроизоляционным ковром и рыхлым утеплителем в качестве засыпки. Следует отметить, что действующие нормы определяют срок службы гидроизоляционного ковра без ремонта не менее 12 лет. Однако практика эксплуатации рулонных кровель отапливаемых зданий показывает, что срок их службы не превышает 6...8 лет с момента сдачи объекта в эксплуатацию. Основной причиной выхода кровли из строя являются локальные разрушения гидроизоляционного ковра от циклического воздействия давления водяных паров, диффундирующих из утеплителя.

Принятая технология выполнения текущих ремонтов гидроизоляционного ковра обеспечивает его нормальную эксплуатацию не более чем на 3...5 лет. Эта технология включает в себя как правило наклейку дополнительных слоев гидроизоляционного ковра. Согласно информации, полученной в ЖРУ г. Бреста, затраты на ремонт кровель в 1996 г. по г. Бресту составили 2,1 млрд. руб. (14 кровель, общая площадь - 13000 м<sup>2</sup>), что составляет 24,7% от общей суммы, затраченной на ремонт жилого фонда (8,5 млрд. руб.). Стоимость ремонта 1 м<sup>2</sup> кровли с наклейкой дополнительных слоев рубероида составляет около 76 тыс. руб. Однако такая технология ремонта не локализует основную причину разрыва гидроизоляционного ковра - наличие свободной влаги в слое утеплителя.

Исследования состояния утеплителя на ряде эксплуатируемых кровель показали, что его влажность находится в пределах 20...28%, что существенно выше допус-



тимых значений. Согласно СНиП 3.04.01-87 "Изоляционные и отделочные покрытия" к утеплителям предъявляются очень жесткие требования по влажности. Величина влажности для утеплителей не должна превышать 4...5%. Столь жесткие требования обусловлены тем, что при увеличении влажности материала утеплителя на 1% коэффициент теплопроводности материала увеличивается более чем на 10%; увеличивается вероятность разрыва гидроизоляционного ковра от воздействия давления паров влаги, содержащейся в утеплителе.

В некоторых случаях (при полном разрушении гидроизоляционного ковра) при ремонте кровель выполняется замена утеплителя. Стоимость ремонта 1 м<sup>2</sup> кровли со сменой утеплителя по данным ЖРУ г. Бреста составляет 600 тыс. руб. Это почти в 8 раз дороже, чем только наклейка дополнительных слоев рубероида.

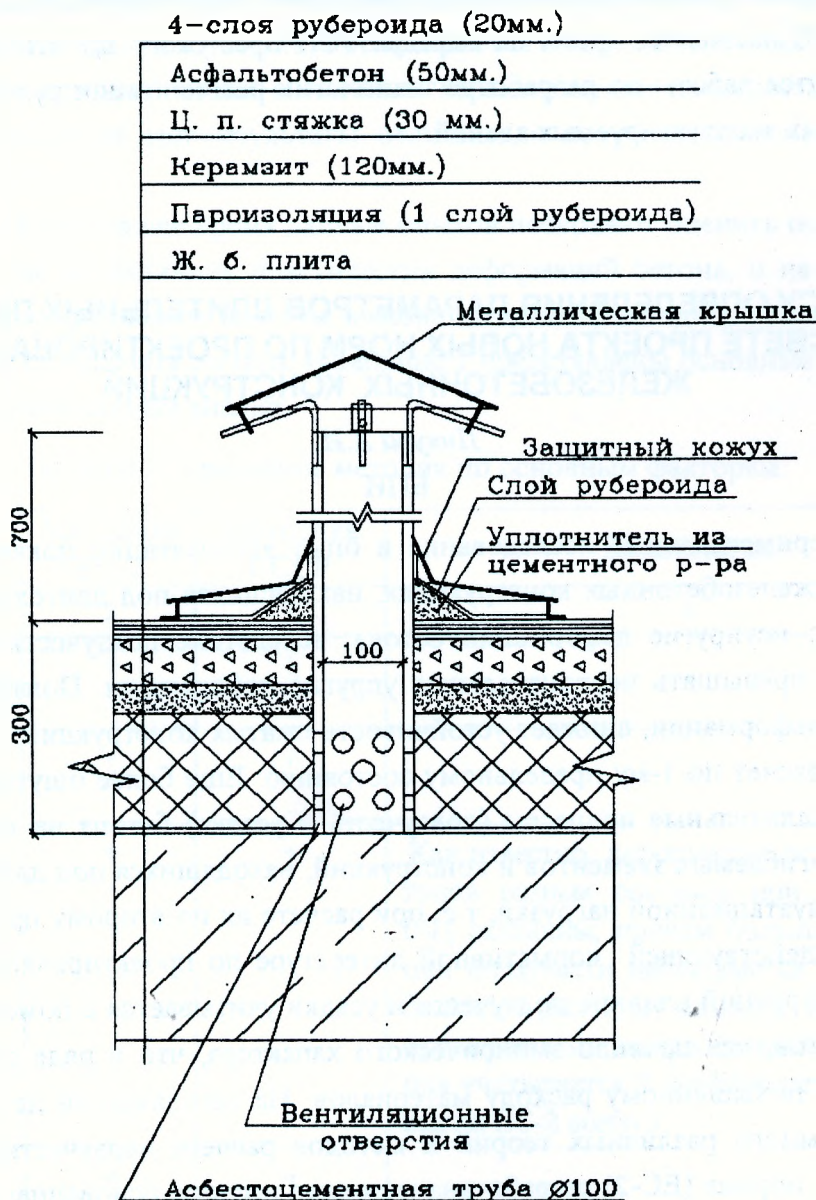


Рис.1. Конструкция узла установки вытяжной трубы

В связи с изложенным предлагается следующая технология реабилитации рулонных кровель отапливаемых эксплуатируемых зданий. Основной технологической операцией при производстве работ по ремонту гидроизоляционного ковра является сушка утеплителя до требуемой влажности. Для этой цели авторы предлагают использовать энергию солнечной радиации. Проведенные поисковые натурные исследования показали, что в летнее время кровля нагревается до температуры 60°C.

Натурные исследования по сушке утеплителя кровли одного из жилых зданий в г. Бресте показали высокую эффективность удаления влаги из утеплителя с использованием системы вытяжных труб (рис 1). Работы по сушке утеплителя, проведенные в период с 30.07.96 по 5.09.96 показали высокую эффективность предлагаемой технологии. Влажность утеплителя (керамзит толщиной 120 мм) снизилась с 20 до 11%. В настоящее время на кафедре ТСП Брестского политехнического института ведутся работы по разработке технологии реабилитации рулонных кровель отапливаемых эксплуатируемых зданий.

УДК 624.023

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЕТЕ ПРОЕКТА НОВЫХ НОРМ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Пикула А.И.*

БПИ

Экспериментальные исследования и опыт эксплуатации показывают, что в бетонных и железобетонных конструкциях, находящихся под длительным действием нагрузки, неупругие деформации бетона, вследствие ползучести, могут в несколько раз превышать первоначальные упругие деформации. Ползучесть бетона, увеличивая деформации, снижает устойчивость сжатых конструкций, т.е. оказывает влияние на расчет по 1-му предельному состоянию. Еще более ощутимое влияние оказывают длительные процессы (ползучесть и усадка) бетона на нарастание деформаций изгибаемых элементов и конструкций, находящихся под длительным действием эксплуатационной нагрузки, т.е. при расчете их по второму предельному состоянию. В действующей нормативной литературе по проектированию железобетонных конструкций влияние ползучести и усадки учитывается с помощью системы коэффициентов, как правило эмпирического характера, что в ряде случаев может приводить к повышенному расходу материалов. На сегодняшний день существует достаточно много различных теорий и методов расчета ползучести и усадки. В Европейских нормах (ЕС-2) разработана методика расчета, основанная на использовании вероятностных зависимостей, в то время как отечественная базируется на системе эмпирических коэффициентов, учитывающих различные условия эксплу-