

ТЕПЛОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СОВМЕЩЕННЫХ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬ

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня более 90% всех эксплуатируемых многоэтажных жилых и общественных зданий в Республике Беларусь имеют совмещенную утепленную рулонную кровлю с прямым размещением слоев. Столь значительное количество эксплуатируемых зданий с совмещенной рулонной кровлей обусловлено тем, что в начале 70-х годов прошлого века в СССР началась реализация программы по развитию полносборного жилищного строительства. Основными аргументами этой программы в пользу массового применения совмещенных рулонных кровель при новом строительстве были:

- повсеместно налаженное промышленное изготовление многопустотного настила из сборного железобетона;
- существенная экономия материальных и трудовых ресурсов по сравнению с чердачными крышами;
- сравнительно простая (по сравнению со скатными крышами) технология возведения таких крыш.

Учитывая, что в конце 70-х – начале 90-х годов прошлого века технологический процесс устройства совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов был достаточно трудоемким и уровень механизации работ по их устройству составлял около 30%, специалистами было рекомендовано теплоизоляционный слой выполнять из плитных материалов. Применение плитных утеплителей позволяет исключить из конструктивного решения совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов выравнивающую стяжку и тем самым более чем на 30...35% уменьшить трудоемкость ручных операций, а также снизить собственный вес конструкции кровли почти на 60%.

Анализ проектно-сметной документации и натурные обследования технического состояния эксплуатируемых совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов [1...5, 13] показали, что в зданиях, построенных в 1965...1995 гг., в качестве плитного утеплителя в жилых и общественных зданиях применены *газосиликатные блоки*; в зданиях промышленного назначения – *минераловатные плиты на битумном связующем*.

Лабораторные исследования материала образцов *газосиликатных блоков*, отобранных из совмещенных кровель, эксплуатируемых в течение 15...20 лет, показали [1...6]:

- плотность материала составляет 600...650 кг/м³;
- весовая влажность материала утеплителя в местах кровли, не имеющих протечек, не превышает 12%. Техническое состояние газосиликатных блоков можно оценить как «удовлетворительное»^{*};
- в местах протечек кровли весовая влажность материала утеплителя достигает 39%. Техническое состояние газосиликатных блоков можно оценить как «неудовлетворительное» – силикат представляет собой вязкую массу.

Фактическое значение сопротивления теплопередаче (R_T) совмещенных покрытий кровель, не имеющих протечек, составляет около 1,55 м²×°С/Вт.

^{*} Влажность 12% была принята в качестве расчетной в [9].

Выполненные детальные обследования совмещенных кровель с утеплителем из минераловатных плит на битумном связующем, эксплуатируемых в течение 15...20 лет, и результаты лабораторных исследований материала утеплителя [1, 5, 13], показали:

- фактическая (зафиксированная) плотность материала утеплителя составляет от 350 кг/м^3 до 450 кг/м^3 . Следует отметить, что максимальная плотность минераловатных плит на битумном связующем, на момент их применения при строительстве (ГОСТ 10140-80, ГОСТ 12394-66), не превышала 200 кг/м^3 ;
- толщина слоя утеплителя по сравнению с проектной уменьшилась:
- на 40...45% – для кровель с неармированной выравнивающей стяжкой;
- более чем на 30% в совмещенных кровлях с армированной стяжкой[†].

Фактические значения сопротивления теплопередаче (R_T) совмещенных покрытий, не имеющих протечек кровли, составили $1,45...1,5 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт}$.

По результатам выполненных исследований можно сделать следующий вывод. Учитывая, что фактические значения сопротивления теплопередаче совмещенных покрытий эксплуатируемых зданий существенно ниже R_T норм, $=3,0 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт}$ [6], проблема тепловой реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов при их ремонте и реставрации является актуальной.

На сегодня отсутствуют эффективные технологии, позволяющие выполнить непосредственно на кровле восстановление теплотехнических характеристик плитных утеплителей. В качестве основного конструктивно-технологического решения тепловой реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных кровель из рулонных материалов при их ремонте и реставрации рекомендуется полная замена материала теплоизоляционного слоя [10...12]. Однако такой способ тепловой реабилитации совмещенной кровли является сложным и трудоемким технологическим процессом, включающим в себя различные по номенклатуре общестроительные и ремонтные работы, выполняемые на высоте – это практически полный демонтаж существующей кровли, с последующим устройством новой.

Ввиду больших трудовых и материальных затрат и в следствие этого высокой стоимости, данный способ не нашел массового применения при решении проблемы энергосбережения в строительстве.

Для уменьшения затрат труда и стоимости работ по тепловой реабилитации эксплуатируемых совмещенных покрытий авторы статьи предлагают дополнительную теплозащиту уже существующей кровли выполнять без демонтажа существующей кровли.

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ИНВЕРСИОННОЙ КРОВЛИ

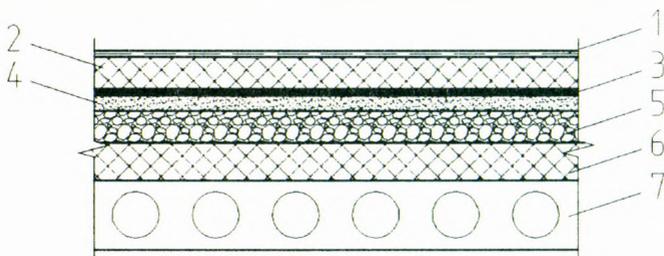
Анализ проектно-сметной документации, результаты обследования технического состояния эксплуатируемых утепленных совмещенных кровель [1...5, 13] позволили установить, что кровли практически всех общественных зданий, школ, дошкольных и детских лечебных заведений, административных и бытовых зданий, построенных с 1975 года по 1992 год, имеют следующее конструктивное решение. По несущей конструкции покрытия (как правило, многослойная сборная ж/б плита) уложены: пароизоляция; слой теплоизоляции (лег-

[†] Согласно действующим нормам проектирования [7]: устройство выравнивающей стяжки по слою теплоизоляции из минераловатных плит на битумном связующем обязательно по пожарным нормам; армированная выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора выполнялась толщиной 25 мм; неармированная - толщиной 40 мм.

кобелонные блоки, минераловатные плиты на битумном связующем и др.); разуклонка (гравий керамзитовый); выравнивающая цементно-песчанная стяжка; рулонный водоизоляционный ковер. С учетом наиболее распространенного конструктивного решения эксплуатируемых утепленных совмещенных кровель на рисунке 1 приведено рекомендуемое к применению конструктивное решение утепления существующих кровель, т.е. устройство инверсионной кровли.

Следует отметить, что предлагаемое конструктивное решение утепления существующих кровель можно эффективно эксплуатировать даже в случае разрушения или отсутствия пароизоляции. Роль пароизоляции для предлагаемого конструктивного решения утепления выполняют слои существующего водоизоляционного ковра.

Для снижения нагрузки на существующие несущие конструкции покрытия рекомендуется в качестве дополнительной теплоизоляции использовать негорючие минераловатные плитные утеплители, по которым разрешена наклейка водоизоляционных материалов без устройства выравнивающей стяжки.



1 – рулонный водоизоляционный ковер с защитной посыпкой; 2 – слой теплоизоляционных минераловатных плит сверхжестких (по расчету); 3 – рулонный водоизоляционный ковер (существующий); 4 – цементно-песчанная стяжка; 5 – слой гравия керамзитового по уклону (существующий); 6 – слой теплоизоляции (существующий); 7 – ж/б многослойная плита покрытия (существующая)

Рисунок 1 – Конструктивное решение инверсионной кровли

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

До начала работ по устройству дополнительной теплоизоляции необходимо выполнить следующие подготовительные технологические операции:

- очистить поверхность существующей кровли от посторонних предметов и мусора;

- выполнить ремонт выравнивающей стяжки на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм [12];

- устранить дефекты водоизоляционного ковра [12].

По завершении подготовительных технологических операций приступают непосредственно к устройству инверсионной кровли.

Плитный утеплитель укладывают на подготовленное основание в 1 слой. Толщина плит принимается согласно выполненному теплотехническому расчету.

Для обеспечения требуемых уклонов кровли до укладки плит утеплителя выполняется нивелирование поверхности на площади не менее одной захватки. Работы по устройству дополнительной теплоизоляции покрытия выполняют в следующей последовательности.

Площадь делянки разбивают на полосы шириной 3 м. С помощью нивелира по границам делянки устанавливают маячные плиты. Затем приступают к ук-

ладке маячных плит по границам полос. Правильность укладки маячных плит постоянно контролируется с помощью нивелира.

По завершению работ по укладке маячных рядов изолировщики приступают к укладке рядовых плит. Для предохранения теплоизоляционных материалов от повреждений, укладку плит следует вести «на себя». При укладке плитного утеплителя следят за плотностью прилегания их к основанию, друг к другу и к смежным конструкциям. Если зазоры в швах между плитами превышают 5 мм, то их заполняют теплоизоляционным материалом.

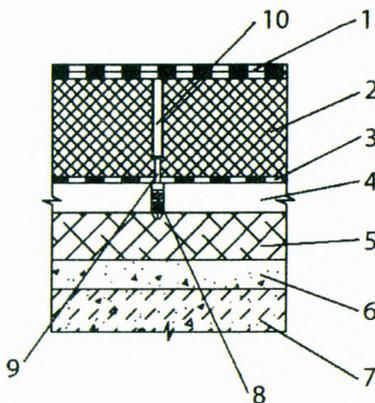
Крепление плитного утеплителя к существующему основанию кровли выполняется механическим способом. Для этого используют телескопический соединитель GOK-35 с шурупом WOT-120 и распорным дюбелем K08x60 производства фирмы «KOELNER» (см. рис. 2). Данное крепление рассчитано на усилие выдергиванию из бетона класса C12/15 с 2,42 кН.

Распорным дюбелем K 08x60 можно закреплять плитный утеплитель к слою цементно-песчаной стяжке, если она имеет толщину не менее 35 мм. При разработке проекта производства работ необходимо экспериментальным путем определить усилие анкеровки дюбелей в материале стяжки. Расчетное усилие должно быть не менее 0,4 кН. Количество анкеров на 1 м² площади утепления должно быть не менее:

- в зоне вдоль карнизов кровли шириной 1,5 м: не менее 4-х на 1 м² кровли;
- в средней части кровли: не менее 2-х на 1 м² кровли;
- вдоль вентшахт и выступающих стен: через 300 мм.

В случае, если закрепить плитный утеплитель распорным дюбелем K 08x60 к слою цементно-песчаной стяжки не представляется возможным, крепление осуществляют к несущей конструкции покрытия.

Работы по наклейке водоизоляционного ковра по плитному утеплителю выполняются в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [8].



- 1 – рулонный водоизоляционный ковер с защитной посыпкой; 2 – слой теплоизоляции из минераловатных плит сверхжестких (по расчету); 3 – рулонный водоизоляционный ковер(существующий); 4 – цементно-песчаная стяжка; 5 – слой гравия керамзитового по уклону (существующий); 6 – слой теплоизоляции (существующий); 7 – ж/б многопустотная плита покрытия (существующая); 8 – распорный дюбель K 08x60 (KOELNER); 9 – шуруп WOT-120 (KOELNER); 10 – телескопический соединитель GOK-35(KOELNER)

Рисунок 2 – Деталь утепления существующей кровли

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты натуральных обследований технического состояния совмещенных утепленных рулонных кровель с прямым размещением слоев показали, что основной причиной, приводящей к снижению их теплотехнических параметров, являются изменения физико-механических характеристик материалов плитных утеплителей в процессе эксплуатации – плотность материала и его весовая влажность.

На сегодня отсутствуют методики, позволяющие прогнозировать изменения физико-механических характеристик материалов плитных утеплителей в процессе эксплуатации в ограждающих конструкциях, и, в частности, в совмещенных кровлях. Основным препятствием в её разработке является то, что в настоящее время не представляется возможным смоделировать действующие на утеплители эксплуатационные (климатические) воздействия в лабораторных условиях. Исследования, выполненные Цветковым А.К., показали, что смоделировать их нельзя также и силовыми и циклическими нагрузками [14]. Объясняется это тем, что механизм разрушения полимеров (минвата, пенопласт и др.) при воздействии влаги или температуры, а тем более при их совместном действии (что имеет место в реальных условиях эксплуатации) на стесненный образец не однозначен воздействию циклической нагрузки на образец с постоянной влажностью.

В связи с этим можно сделать следующий вывод. Сегодня объективную оценку влияния эксплуатационных (в первую очередь – климатических) воздействий на физико-механические и теплотехнические характеристики материалов теплоизоляционного слоя совмещенных кровель можно получить, проведя лабораторные испытания образцов взятых из эксплуатируемых совмещенных кровель зданий (сооружений), которые предназначены (специально построены) для проведения павильонных исследований.

Учитывая, что павильонные исследования в странах СНГ не проводятся, для прогнозирования изменения физико-механических характеристик материалов новых полимерных плитных утеплителей в процессе эксплуатации в ограждающих конструкциях, можно рекомендовать использовать результаты лабораторных испытаний образцов, прошедших экспонирование на открытом воздухе.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черноиван, В.Н. К оценке технического состояния эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель / В.Н. Черноиван, С.Н. Леонович, Н.В. Черноиван // Строительная наука и техника – 2011. – № 3(36) – С. 47–51.
2. Оценка технического состояния строительных конструкций столовой в д. Новоселки Каменецкого района: отчет по х/д / Брестский гос. техн. ун-т; рук. В.Н. Черноиван. – Брест, 2007. – 54 с. – х/д № 07/114.
3. Оценка технического состояния строительных конструкций здания яслей-сада №14 по ул. Дзержинского, 78 в г. Кобрине: отчет по х/д / Брестский гос. техн. ун-т; рук. В.Н. Черноиван. – Брест, 2007. – 89 с. – х/д № 07/283.
4. Оценка технического состояния строительных конструкций здания детского дошкольного учреждения в д. Остромечье Брестского района: отчет по х/д / Брестский гос. техн. ун-т; рук. В.Н. Черноиван. – Брест, 2006. – 77 с. – х/д № 06/342.
5. Заключение о состоянии конструкций наружных стен, покрытия и кровли здания СДЮШОР в г. Кобрине с рекомендациями по их дальнейшей эксплуатации: отчет по х/д / Брестский гос. техн. ун-т; рук. В.Н. Черноиван. – Брест, 2004. – 59 с. – х/д № 04/281.
6. Технический кодекс установившейся практики. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: Изменение №1 ТКП 45-2.04-43-2006. – Введ. 01.07.09. – Мн.: Минстройархитект РБ., 2009. – 3 с.

7. Строительные нормы и правила. Кровли: СНиП II-26-76. – Введ. 01.01.76. – М.: Госстрой СССР, 1976. – 21 с.

8. Технический кодекс установившейся практики. Кровли. Строительные нормы проектирования и устройства: ТКП 45-5.08-277-2013. – Взамен СНБ 5.08.02-2000; Введ. 01.06.2013. – Мн.: Минстройархитект. РБ, 2013. – 23 с.

9. Технический кодекс установившейся практики. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. – Введ. 01.07.07. – Мн.: Минстройархитект РБ., 2007. – 32 с.

10. Устинов, Б.С. Ремонт кровель из рулонных материалов с полной заменой старых слоев новыми / Б.С. Устинов // Промышленное строительство. – 1991. – №4. – С. 18-20.

11. Ройтман, А.Г. Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий / А.Г. Ройтман, Н.Г. Смоленская. – М.: Стройиздаг, 1978. – 234 с.

12. Беляев, Л.И. Повышение долговечности кровель / Л.И. Беляев // Жилищное строительство. – 1997. – №11. – С. 19–22.

12. Черноиван, В.Н. Устройство и ремонт совмещенных рулонных кровель / В.Н. Черноиван. – Брест: Издательство УО «БрГТУ», 2004. – 151 с.

13. Черноиван, В.Н. Реабилитация совмещенных утепленных рулонных кровель / В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван. – Кишинев: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 93 с.

14. Цветков, А.К. Исследование влияния температурно-влажностных воздействий на изменение внутренних напряжений в клееных деревянных конструкциях: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / А.К. Цветков. – М, 1977. – 163 с.

УДК 691.168

Шабанов Д.Н., Пузиков Р.В.

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

На данный момент трудно представить себе стройку, будь то строительство многоэтажного жилого комплекса или небольшого домика на даче без использования строительной арматуры. В странах СНГ всё большим спросом пользуются новые технологии, достаточно прочно укрепившиеся на Западе и показавшие целесообразность своего применения. Одной из таких технологий является применение стеклопластика для армирования бетонных изделий. Стеклопластиковая арматура по праву занимает все более прочные позиции в современном строительстве. Изучается зависимость относительных деформаций (в дальнейшем ϵ) от рецептурно-технологических факторов. После этого был поставлен трехуровневый шестифакторный эксперимент, спланированный по плану Хартли и служащий для построения полиномиальных регрессионных моделей [1], [2]. Предварительный анализ показал, что признак ϵ линейно зависит от P (нагрузки). Линейный коэффициент корреляции между ϵ и P равен 0,826. После этого был проведен сравнительный анализ значений основных характеристик при различных значениях факторов и полученная величина относительной деформации $\epsilon_{\min} = 0,005$. Арматура из стеклопластика (еще в 60-х годах прошлого века) получила распространение в качестве альтернативы металлической.

Бетон как материал для железобетонных конструкций должен обладать вполне определенными, наперед заданными физико-механическими свойствами: необходимой деформативностью, хорошим сцеплением с арматурой, достаточной плотностью (непроницаемостью) для защиты арматуры от коррозии.

Структура бетона оказывает большое влияние на прочность бетона. Чтобы уяснить этот вопрос, рассмотрим схему физико-химического процесса образования бетона.