

УДК 692.4

## Оценка эксплуатационной эффективности покрытия совмещенных утепленных рулонных кровель

**Вячеслав Николаевич ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, профессор, e-mail: vnchernoiwan@list.ru

**Анна Вячеславовна ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: bel\_anna@list.ru

**Николай Вячеславович ЧЕРНОИВАН**, кандидат технических наук, доцент, e-mail: chernoivan@inbox.ru

УО «Брестский государственный технический университет», 224013 Республика Беларусь, Брест, ул. Московская, 267

***Аннотация.** В настоящее время наибольший объем возводимых зданий составляют жилые дома с несущими железобетонными конструкциями покрытия (сборные или монолитные), поэтому разработка эффективного конструктивно-технологического решения совмещенной утепленной рулонной кровли — актуальная задача. Изложены результаты натурных исследований технического состояния эксплуатируемых совмещенных кровель из наплавляемых битумно-полимерных рулонных материалов, определены основные причины появления протечек в рулонных кровлях. С учетом действующих в Республике Беларусь и Российской Федерации технических нормативных правовых актов, даны предложения по эффективному конструктивно-технологическому решению совмещенных кровель. Рекомендации по применению для устройства уклонов кровли керамзитового гравия вместо сухих смесей, позволяют существенно снизить нагрузку на несущие конструкции совмещенного покрытия и повысить уровень механизации производства работ. Рассмотренные технологические решения крепления ПВХ-мембраны к основанию совмещенного покрытия являются базой для проектирования совмещенных кровель. Сделан вывод о целесообразности применения ПВХ-мембран для устройства покрытия кровли взамен наплавляемых битумно-полимерных рулонных материалов.*

***Ключевые слова:** совмещенная кровля, битумно-полимерные рулонные материалы, ПВХ-мембрана, уклоны кровли, керамзит.*

### ESTIMATE OF OPERATIONAL EFFICIENCY OF COATING OF COMBINED INSULATED ROLL ROOFS

**Vyacheslav N. CHERNOIVAN**, e-mail: vnchernoiwan@list.ru, **Anna V. CHERNOIVAN**, e-mail: bel\_anna@list.ru,

**Nikolay V. CHERNOIVAN**, e-mail: chernoivan@inbox.ru

Brest State Technical University, ul. Moskovskaya, 267, Brest 224013, Republic of Belarus

***Abstract.** At present, the largest share of constructed buildings is residential houses with bearing reinforced concrete structures of roofs (pre-fabricated or monolithic), that's why the development of an efficient structural-technological scheme of a combined insulated roll roof is an actual task. The results of full-scale studies of technical conditions of operating combined roofs from melting bituminous-polymer roll materials are presented; main reasons for the appearance of leakages in roll roofs are defined. With due regard for technical normative legal acts acting in the Republic of Belarus and the Russian Federation, proposals concerning the efficient structural-technological solution of combined roofs are made. Recommendations on the use of claydite gravel instead of dry mixes for making roof pitches make it possible to significantly reduce the loading on bearing structures of the combined coating and improve the level of mechanization of work execution. The list of PVC-membranes, produced in the Russian Federation and other countries presented in the article, and considered technological solutions of fastening of PVC-membranes to the base of the combined coating are the base for designing combined roofs. The conclusion about reasonability to use PVC-membranes for arrangement of roofing coating instead of melting bituminous-polymer roll materials is made.*

***Key words:** combined roofing, bituminous-polymeric roll materials, PVC-membrane, roof pitches, haydite.*

На сегодняшний день в Республике Беларусь все многоэтажные жилые и общественные здания, школы, больничные учреждения, а также производственные, торговые, спортивные здания и сооружения, покрытия которых выполнены из легких металлических конструкций, проектируются с устройством совмещенных утепленных рулонных кровель с пря-

мым размещением слоев. Вызвано это в первую очередь тем, что стоимость таких кровель более чем на 15 % меньше скатных [1].

Следует отметить, что свыше 85 % эксплуатируемых в республике зданий и сооружений (построенных в 1980—1990-е гг.), также имеют совмещенные утепленные рулонные кровли с прямым размещением слоев. Обу-

словлено это тем, что в начале 1970-х гг. в Советском Союзе проводилась программа по развитию полносборного жилищного строительства [1].

Таким образом, с учетом накопленного более чем за 30 лет опыта устройства и эксплуатации совмещенных утепленных рулонных кровель, а также существенного расширения номенклатуры

выпускаемых строительных материалов, в Республике Беларусь постоянно ведется работа по совершенствованию норм проектирования кровель.

Так, для стимулирования массового применения в совмещенных утепленных кровлях негорючих минераловатных плит, действующий в Беларуси ТКП 45-5.08-277-2013 «Технический кодекс установившейся практики. Кровли. Строительные нормы проектирования и устройства» позволяет не выполнять выравнивающую стяжку по слою теплоизоляции под рулонный ковер, и тем самым более чем на 70 кг уменьшить нагрузку на 1 м<sup>2</sup> несущих конструкций покрытия здания, а также снизить трудоемкость ручных операций на 30–35 %.

Значительные изменения в организацию и технологию производства работ по устройству совмещенных рулонных кровель внес переход на широкое применение наплавляемых рулонных водоизоляционных материалов с заводской защитной посыпкой. Это позволило существенно уменьшить количество технологических процессов при производстве работ по сравнению с наклеиванием битумно-полимерных рулонных водоизоляционных материалов с картонной основой на горячих и холодных битумных мастиках и полностью исключить устройство защитного слоя.

Однако, как показала практика, уже через 3–5 лет эксплуатации более 40 % совмещенных утепленных рулонных кровель нуждается в текущем ремонте из-за появления в них протечек [1–3].

Анализ результатов натурных исследований [1, 2] позволяет сделать вывод, что появление протечек в кровлях обусловлено дефектами в виде трещин в верхнем слое рулонного водоизоляционного ковра. Основная при-

чина появления трещин — разрушение (отсутствие) защитного слоя (рис. 1а) или заводской защитной посыпки (рис. 1б) от атмосферных воздействий и деструкция материала битума в верхнем слое рулонного водоизоляционного ковра от ультрафиолетового излучения.

Устранение протечек кровли является сложным, трудоемким технологическим процессом, включающим вскрытие поврежденного рулонного ковра, замену или просушивание слоя увлажненного материала утеплителя, устройство заплат в местах разрывов рулонов [4, 5].

Таким образом, из всех конструктивных дефектов, возникающих при эксплуатации зданий и сооружений, протечки кровель создают наибольший дискомфорт для владельцев и наносят им ощутимый материальный ущерб. В этой связи увеличение срока эксплуатации совмещенных утепленных рулонных кровель без ремонта является актуальной.

#### Анализ основных конструктивно-технологических решений

Введение ограничений на применение засыпных утеплителей в совмещенных утепленных рулонных кровлях зданий и сооружений согласно п. 5.33 ТКП 45-5.08-277-2013, а также изменение требований к основанию под рулонные кровли в соответствии с табл. 4 того же документа, обусловило массовое применение в качестве теплоизоляционного слоя негорючих минераловатных плит плотностью 150–200 кг/м<sup>3</sup>. Учитывая, что плитные утеплители выпускаются в виде плоских листов, необходимо устройство уклонов кровли для отвода атмосферных осадков к водоприемным воронкам.

С учетом изменений, внесенных в нормативные документы,

сегодня широко применяется конструктивное решение совмещенных утепленных рулонных кровель с прямым размещением слоев.

Использование негорючих минераловатных плит позволяет исключить из конструктивного решения совмещенной кровли выравнивающую стяжку под рулонные водоизоляционные материалы. Однако применение для устройства уклонов кровли сухих строительных смесей не позволяет на практике реализовать те преимущества (снижение трудоемкости и нагрузки на несущую конструкцию покрытия), которые дает отсутствие выравнивающей стяжки.

Согласно СП 17.13330.2011 «Свод правил. Кровли» уклоны совмещенных кровель разрешается обеспечивать специально изготовленными теплоизоляционными плитами из пеностекла и минеральной ваты заводского изготовления с наклонной поверхностью. Однако реализация такого конструктивного решения уклона кровли достаточно трудоемка. Вызвано это тем, что приступать

Рис. 1. Техническое состояние верхнего слоя рулонного водоизоляционного ковра эксплуатируемой кровли



а — с отсутствием защитной посыпки; б — с частично разрушенной заводской защитной посыпкой; 1 — разрушенное битумное покрытие; 2 — участки кровли с полностью разрушенным слоем заводской защитной посыпки; 3 — слой защитной заводской посыпки

непосредственно к технологическому процессу укладки плитного утеплителя на кровле согласно проекту, возможно только после завершения ручной сортировки теплоизоляционных плит с наклонной поверхностью по маркам (типоразмерам) на всю захватку.

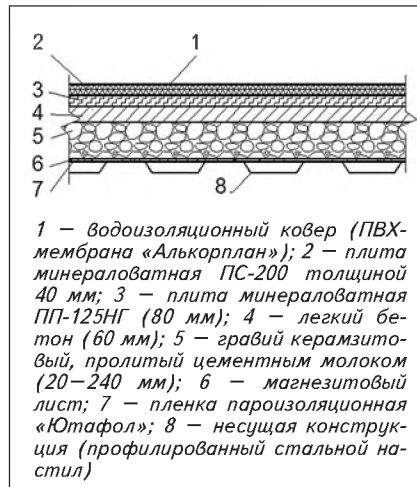
Учитывая наработки по использованию сыпучих утеплителей при устройстве совмещенных утепленных кровель [1], возможность применения засыпных утеплителей для создания уклонов кровли, а также наличие в Республике Беларусь сырьевой базы и мощностей по производству керамзитового гравия, рассмотрим эффективность его применения для устройства уклонов кровли.

В настоящее время в Беларуси эксплуатируются здания, у которых уклоны совмещенной утепленной кровли по несущим конструкциям покрытия из стального профилированного настила выполнены из керамзитового гравия (рис. 2).

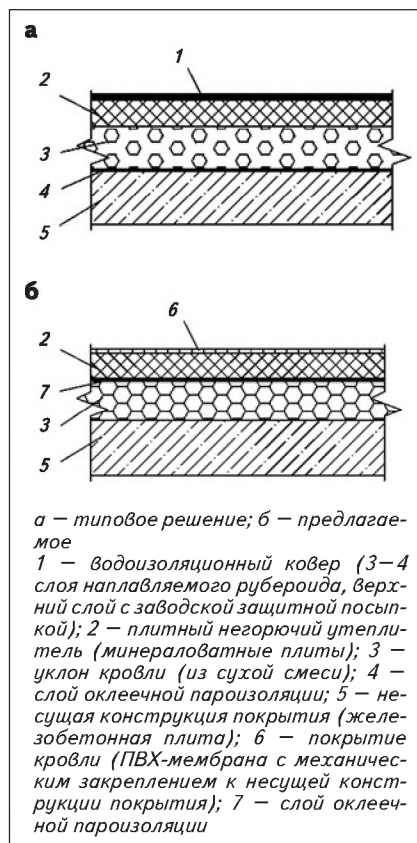
Эффективность такого конструктивного решения совмещенного покрытия очевидна, так как насыпная плотность керамзитового гравия в 3–4,5 раза ниже, чем сухих строительных смесей.

Результаты натурных исследований совмещенной кровли здания супермаркета «Мікс» (г. Брест) показали, что техническое состояние материалов конструкции уклона кровли, выполненного из слоя керамзитового гравия, пролитого цементным молоком, с уложенным по нему слоем легкого бетона, находится в хорошем состоянии. Следовательно, использование этого материала и данной технологии устройства уклона кровли можно принять в качестве базового варианта для дальнейших разработок.

На сегодняшний день основной объем массово возводимых зданий составляют многоэтажные жилые дома с несущими железобетонными конструкциями



**Рис. 2.** Конструкция совмещенного покрытия здания супермаркета «Мікс» (г. Брест)



**Рис. 3.** Конструкция совмещенного покрытия с прямым размещением слоев

покрытия (сборными или монолитными), поэтому разработка эффективного конструктивно-технологического решения совмещенной утепленной рулонной кровли особенно актуальна.

Основным конструктивным решением совмещенной рулонной кровли, широко применяемым в Беларуси, является кровля с прямым размещением слоев (рис. 3а).

Технология устройства такой кровли достаточно трудоемка и включает большой объем ручных операций [5].

Анализ публикаций [6–8] позволяет сделать вывод, что при устройстве совмещенных утепленных кровель существенно увеличился объем использования эластомерных пленочных материалов (мембран), которые по сравнению с битумно-полимерными рулонными материалами устойчивы к воздействию ультрафиолетовых лучей и укладываются в один слой при отрицательных температурах наружного воздуха. Для упрощения технологии производства работ по устройству совмещенных утепленных рулонных кровель и повышения срока их эксплуатации без ремонта предлагается следующее конструктивное решение кровли (рис. 3б).

Главными отличиями предлагаемого конструктивного решения кровли от типовой конструкции являются:

- уклоны кровли выполняются из керамзитового гравия, уложенного непосредственно по железобетонным несущим конструкциям;
- слой оклеечной пароизоляции располагается непосредственно под плитным утеплителем, т. е. наклеивается на подготовленное (выровненное) основание уклона;
- водоизоляционный ковер кровли выполняется из одного слоя ПВХ-мембраны.

Устройство уклонов кровли из слоя керамзитового гравия, непосредственно уложенного по железобетонным несущим конструкциям, позволяет исключить из технологического процесса такие ручные операции, как очи-



стка и выравнивание основания (устройство стяжки). Рекомендуется следующая технология производства работ по устройству уклонов кровли. Керамзитовый гравий подается на кровлю крапом в поворотных бадьях и укладывается послойно (толщина слоя до 50 мм). Каждый уложенный слой подвергается уплотнению трамбовкой массой не менее 5 кг. Цель уплотнения — обеспечить гранулам сыпучего материала устойчивое положение. Для фиксации закрепления гранул в устойчивом положении каждый уплотненный слой проливают цементным молоком.

После выведения уклона в проектное положение по нему выполняется выравнивающая цементно-песчаная стяжка — основание под оклеечную пароизоляцию.

Технология производства работ по устройству оклеечной гидроизоляции и укладке плитных теплоизоляционных материалов подробно изложена в работе [5].

Завершающая технологическая операция — устройство покрытия (водоизоляционный ковер) из ПВХ-мембраны, представляющей собой однослойное гибкое полотно на основе поливинилхлоридной композиции с армирующей сеткой из синтетических волокон, которое укладывается только в один слой. Мембрана пропускает пары влаги, что является весьма важным свойством, препятствующим образованию конденсата и увлажнению утеплителя. Срок их службы — более 20 лет. ПВХ-мембраны применяются для устройства и ремонта водоизоляционного ковра любых видов кровель, с любыми уклонами и по любым типам оснований. Работы могут выполняться при различной температуре наружного воздуха, а время ремонта составляет считанные минуты.

Технология монтажа ПВХ-мембран выбирается в зависимо-

сти от условий эксплуатации кровли, ее конфигурации, наличия парапетов и других элементов. Определяющим при выборе технологии монтажа является вид крепления мембраны к основанию совмещенного покрытия.

*Балластное крепление* рекомендуется применять для эксплуатируемых кровель под пешеходные нагрузки. Роль балласта выполняют тротуарные плиты.

*Клеевое соединение* базируется на использовании специальной двусторонней склеивающей ленты, которая позволяет одновременно соединять полосы рулонного материала в цельное мембранное покрытие кровли и закреплять мембрану к основанию. Производство работ отличается простотой технологии, не требующей применения специального оборудования. Но уже через 5–7 лет такая кровля может потребовать ремонта в местах стыков, так как клей в процессе эксплуатации кровли от атмосферных воздействий разрушается.

*Теплосварной способ крепления* ПВХ-мембраны основан на сварке полотен кровельного материала внахлест с помощью горячего воздуха. Этот способ эффективен при устройстве совмещенных кровель с минимальным количеством примыканий и большой площадью покрытия.

*Способ механического крепления мембраны к основанию* применен на всех возведенных в Республике Беларусь зданиях и сооружениях. Суть способа состоит в том, что мембрана крепится к несущей конструкции покрытия через утеплитель дюбелями (бетонное основание) или шурупами-саморезами (металлический профнастил). После завершения работ по механическому креплению полотнища мембраны выполняется сварка швов (наварка нахлестки), которая обеспечивает герметичность покрытия кровли и

защищает стальной крепеж от атмосферных воздействий.

Технология производства работ на устройство покрытия кровли из ПВХ-мембраны способом механического закрепления к основанию разработана в соответствии с требованиями действующих технических нормативных правовых актов для применения на строительных объектах Республики Беларусь (ТТК-100-029434.203-2012 «Типовая технологическая карта на устройство покрытия кровли из ПВХ-мембраны»).

#### **Оценка экономической эффективности совмещенных утепленных рулонных кровель**

При выполнении оценки экономической эффективности совмещенных утепленных рулонных кровель было рассмотрено два основных конструктивно-технологических решения: массово применяемое (см. рис. 3а) и с покрытием кровли из ПВХ-мембраны (см. рис. 3б).

Экономическое сравнение выполнено в соответствии с Инструкцией о порядке определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении (утверждена постановлением Минстройархитектуры Республики Беларусь от 18 ноября 2011 г. № 51 «О некоторых вопросах по определению сметной стоимости строительства объектов»). Расчет прямых затрат выполнялся в текущих ценах по состоянию на 1 июля 2015 г.

Так как в Республиканской базе текущих цен на ресурсы отсутствует информация о поливинилхлоридных мембранах, в расчетах были использованы данные прейскурантов ведущих производителей России с учетом корректировки цен согласно официальному курсу белорусского рубля по отношению к иностранным

валютам, установленному Национальным банком Республики Беларусь на дату расчета.

По результатам выполненного технико-экономического оценивания на 100 м<sup>2</sup> покрытия можно заключить, что общая стоимость работ по устройству многослойной конструкции покрытия с использованием ПВХ-мембран в среднем на 15 % меньше кровель из наплавляемых рулонных материалов.

### Выводы

Устройство покрытия кровли из ПВХ-мембраны взамен широко применяемым битумно-поли-

мерным рулонным материалам позволяет получить следующие преимущества.

1. Выполнять работы по устройству и ремонту водоизоляционного ковра любых видов кровель можно круглогодично.

2. Благодаря устойчивости материала мембраны к ультрафиолетовому излучению, неблагоприятным погодным условиям, односторонней паропроницаемости (эффект «дышащей» кровли), равномерности и прочности швов, а также огнестойкости, гарантийный срок службы кровли составляет не менее 20 лет.

3. Из технологического про-

цесса исключается применение огневых работ при укладке и соединении рулонного ковра.

4. При использовании механического крепления мембраны к основанию и горячей воздушной сварки стыков можно сократить до минимума количество операций при устройстве рулонного ковра и обделки примыканий.

5. При уменьшении применяемых при производстве работ номенклатуры и количества основных гидроизоляционных и сопутствующих материалов, затраты труда снижаются почти на 30 %, а стоимость комплекса кровельных работ — до 15 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черноиван В. Н., Леонович С. Н., Черноиван Н. В. К оценке технического состояния эксплуатируемых совмещенных рулонных кровель // Строительная наука и техника. 2011. № 3 (36). С. 47–51.
2. Сиденко Д. А., Белевич В. Б. Долговечность плоских рулонных кровель // Промышленное и гражданское строительство. 2004. № 8. С. 20–21.
3. Строкинов В. Н., Ковалев С. С. Рулонные материалы для плоских кровель: дороже, дешевле или долговечнее // Строительные материалы. 2001. № 9. С. 13.
4. Толчий В. Д. Реконструкция покрытий гражданских зданий // Жилищное строительство. 2007. № 8. С. 6–8.
5. Черноиван В. Н., Леонович С. Н. Теплоизоляционные, кровельные и отделочные работы. Минск : Новое знание. 2014. 272 с.
6. Зернов А. Е. Надежность плоской кровли // Строительные материалы. 2006. № 5. С. 13.
7. Гуца Е. В. Надежная изоляция кровель материалами компании Sika // Кровельные и изоляционные материалы. 2012. № 4. С. 10–11.
8. Беляков В. Полимерная гидроизоляция Пластфоил® vs битумной // Кровельные и изоляционные материалы. 2015. № 2. С. 15–17.

### REFERENCES

1. Chernoiivan V. N., Leonovich S. N., Chernoiivan N. V. To the estimate of the engineering state of the maintained combined roll roofing. *Stroitel'naja nauka i tekhnika*, 2011, no. 3(36), pp. 47–51. (In Russian).
2. Sidenko D. A., Belevich V. B. Working life of plane roll roofing. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2004, no. 8, pp. 20–21. (In Russian).
3. Strokinov V. N., Kovalyov S. S. Rolled materials for plane roofing: more expensively, more cheaply or is more working life. *Stroitel'nye materialy*, 2001, no. 9, pp. 13. (In Russian).
4. Topchij V. D. Reconstruction of coverings of civil buildings. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2007, no. 8, pp. 6–8. (In Russian).
5. Chernoiivan V. N., Leonovich S. N. *Teploizolyatsionnye, krovельnye i otdelochnye raboty* [Thermal insulant, roofing and finishing works]. Minsk, Novoe znanie Publ., 2014, 272 p. (In Russian).
6. Zernov A. E. Reliability of a plane roofing. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no. 5, p. 13. (In Russian).
7. Gushcha E. V. Reliable insulant of roofings by Sika company materials. *Krovельnye i izoljacionnye materialy*, 2012, no. 4, pp. 10–11. (In Russian).
8. Belyakov V. Polymeric waterproofing Пластфоил® vs bitumen. *Krovельnye i izoljacionnye materialy*, 2015, no. 2, pp. 15–17. (In Russian).

Для цитирования: Черноиван В. Н., Черноиван А. В., Черноиван Н. В. Оценка эксплуатационной эффективности покрытия совмещенных утепленных рулонных кровель // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 47–51.

For citation: Chernoiivan V. N., Chernoiivan A. V., Chernoiivan N. V. Estimate of operational efficiency of coating of combined insulated roll roofs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2016, no. 1, pp. 47–51. (In Russian). ■