

Предложения по реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель

Канд. техн. наук, проф. В. Н. Черноиван¹⁾,
кандидаты техн. наук, доценты Н. В. Черноиван¹⁾, А. В. Торхова¹⁾

¹⁾Брестский государственный технический университет (Брест, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2022
Belarusian National Technical University, 2022

Реферат. Совмещенные утепленные рулонные кровли, все слои которых последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром, составляют более 80 % кровель жилых и общественных эксплуатируемых и возводимых зданий. Столь значительное количество сооружений с совмещенной рулонной кровлей в Республике Беларусь обусловлено тем, что в начале 70-х гг. прошлого века в Советском Союзе стартовала программа по развитию полносборного жилищного строительства. Как показала практика, уже по истечении трех-пяти лет эксплуатации совмещенные утепленные рулонные кровли нуждались в текущем ремонте – ликвидации протечек. Ремонт в основном сводился к наклейке дополнительных слоев рулонного водоизоляционного материала на участках протечек кровли. Натурные исследования позволили установить причины, почему менее чем через 10–12 лет эксплуатации совмещенным утепленным рулонным кровлям необходим капитальный ремонт. Анализ результатов наблюдений показал, что основным фактором, влияющим на выход кровли из строя, является высокая влажность материала утеплителя. Главная причина увлажнения материала теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации кровли – разрушение слоя пароизоляции. Базируясь на результатах выполненных натурных исследований и на положениях нормативных документов Республики Беларусь, авторы предлагают конструктивное решение и технологию производства работ для реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель. Основные преимущества данного решения – обеспечение любого термического сопротивления теплопередаче совмещенного покрытия без демонтажа конструктивных элементов существующей кровли; применение в качестве водоизоляционного ковра ПВХ-мембрана, что позволит без дополнительных затрат в течение 20 лет эксплуатации исключить протечки кровли.

Ключевые слова: сопротивление теплопередаче, совмещенное покрытие, деструкция (разрушение) битумного вяжущего, протечки кровли, защитная посыпка, ремонт, рулонный водоизоляционный ковер, ПВХ-мембрана

Для цитирования: Черноиван, В. Н. Предложения по реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван, А. В. Торхова // *Наука и техника*. 2022. Т. 21, № 1. С. 50–56. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-1-50-56>

Proposals for Rehabilitation of Operated Combined Insulated Rolled Roofs

V. N. Chernoiivan¹⁾, N. V. Chernoiivan¹⁾, A. V. Torkhova¹⁾

¹⁾Brest State Technical University (Brest, Republic of Belarus)

Abstract. Combined insulated rolled roofs, all layers of which are sequentially laid on the supporting structure and covered with a waterproof carpet, make up more than 80 % of the roofs of residential and public buildings in operation and under construction. Such a significant number of structures with a combined roll roofing in the Republic of Belarus is due to the fact that in the early 70s of the last century, a program for the development of prefabricated housing was launched in the Soviet Union. As practice has shown, after three to five years of operation, the combined insulated roll roofs needed current repairs – to eliminate leaks. The repair basically boiled down to the gluing of additional layers of rolled waterproofing material in the areas of roof leaks. Field studies have allowed us to establish the reasons why, in less than 10–12 years of operation, the combined insulated rolled roofs need major repairs. The analysis of the results of field studies has shown that the main factor affecting the failure of the roof is the high humidity of the insulation material. The main reason for moistening the material of the thermal insulation layer during the operation of the roof is the destruction of the vapor barrier layer. Based on the results of the performed field studies and regulatory documents of the Republic of Belarus, the authors of the publication offer a constructive solution and technology of work for the rehabilitation of operated combined insulated rolled roofs. The main

Адрес для переписки

Черноиван Вячеслав Николаевич
Брестский государственный технический университет
ул. Московская, 267,
224017, г. Брест, Республика Беларусь
Тел.: +375 29 526-53-46
vnchernoiivan@list.ru

Address for correspondence

Chernoiivan Vyacheslav N.
Brest State Technical University
267, Moskovskaya str.,
224017, Brest, Republic of Belarus
Tel.: +375 29 526-53-46
vnchernoiivan@list.ru

advantages of the proposed solution are: provision of any thermal resistance to heat transfer of the combined coating without dismantling the structural elements of the existing roof; use of PVC membranes as a water-insulating carpet, which will allow to eliminate roof leaks within 20 years of operation without additional costs.

Keywords: heat transfer resistance, combined coating, destruction (decay) of bituminous binder, roof leaks, protective sprinkling, repair, rolled water-insulating carpet, PVC-membrane

For citation: Chernoiivan V. N., Chernoiivan N. V., Torkhova A. V. (2022) Proposals for Rehabilitation of Operated Combined Insulated Rolled Roofs. *Science and Technique*. 21 (1), 50–56. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-1-50-56> (in Russian)

Введение

Совмещенные утепленные рулонные кровли, все слои которых последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром, составляют более 80 % кровель жилых и общественных эксплуатируемых и возводимых зданий. Столь значительное количество сооружений с совмещенной рулонной кровлей в Республике Беларусь обусловлено тем, что в начале 70-х гг. прошлого века в СССР стартовала программа по развитию полносборного жилищного строительства. Основными аргументами программы в пользу массового применения совмещенных утепленных рулонных кровель при новом строительстве были:

- повсеместно налаженное промышленное изготовление многопустотного настила из сборного железобетона;

- существенная (более чем на 15 %) экономия материальных и трудовых ресурсов по сравнению с чердачными крышами;

- сравнительно простая (по сравнению со скатными крышами) технология возведения.

Однако, как показала практика, уже по истечении трех-пяти лет эксплуатации совмещенные утепленные рулонные кровли нуждались в текущем ремонте – ликвидации протечек. Этот ремонт в основном сводился к наклейке дополнительных слоев рулонного водоизоляционного материала на участках протечек кровли [1]. Следует отметить, что менее чем через 10–12 лет эксплуатации такие кровли требовали капитального ремонта [2, 3].

Результаты натурных обследований технического состояния эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель [1, 4,] позволили сделать вывод, что основные причины, приводящие к появлению в них протечек, таковы:

- деструкция (разрушение) битумного вяжущего водоизоляционного ковра от ультра-

фиолетового (УФ) излучения на участках кровли, где отсутствует защитный слой;

- появление и разрыв воздушных мешков кровельного рулонного ковра в результате увеличения влажности материала теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации кровли.

Сегодня проблема снижения разрушительного воздействия УФ-излучения на рулонный водоизоляционный материал на битумной мастике решается за счет применения защитных посыпок. Однако, как показали натурные исследования, в течение пяти-шести лет эксплуатации совмещенных кровель слой защитной заводской посыпки на участках с большими уклонами (у водоприемных воронок) практически полностью разрушается. Исследованиями установлено, что основная причина снижения сопротивления теплопередаче и появления протечек в совмещенных утепленных рулонных кровлях – увлажнение материала теплоизоляционного слоя в процессе их эксплуатации [5, 6].

Натурные исследования [1, 7, 8] показали, что по истечении 8–12 лет эксплуатации влажность утеплителя в кровлях увеличилась в 2,5–5 раз по сравнению со значениями, установленными в [9]. При этом коэффициент теплопроводности материала утеплителя возростал более чем на 30 %, что и привело к уменьшению сопротивления теплопередаче совмещенного покрытия в целом.

Установлено, что свободная влага, находящаяся в увлажненном утеплителе рулонной кровли, тоже оказывает влияние на разрушение слоев водоизоляционного ковра. В летний период, когда температура на наружной поверхности водоизоляционного ковра достигает (70–80) °С, свободная влага превращается в пар и, увеличиваясь в объеме в 15–40 раз, приводит к появлению вздутий и воздушных мешков на кровле. Основные причины возникновения вздутий и воздушных мешков в слоях рулонного кровельного ковра – нарушение тех-

нологии производства работ (например, наклейка водоизоляционного ковра при высокой влажности наружного воздуха), а также высокое сопротивление паропрооницанию водоизоляционных рулонных материалов на основе битума.

Циклические (часовые, суточные) колебания температуры на поверхности водоизоляционного ковра вызывают циклические воздействия (деформации) в его слоях, что приводит к появлению микротрещин в рулонном водоизоляционном материале (битуме) и, как следствие, к протечкам кровель. Устранение протечек рулонной кровли – трудоемкий технологический процесс, включающий: демонтаж поврежденного рулонного ковра, замену или просушивание слоя увлажненного материала утеплителя, устройство заплат в местах разрывов рулонов [10, 11].

Учитывая, что протечки кровли из всех конструктивных дефектов, возникающих при эксплуатации зданий и сооружений, создают наибольший дискомфорт для владельцев помещений и наносят ощутимый материальный ущерб, можно сделать вывод, что разработка технологии реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель без их капитального ремонта (демонтажа существующих слоев) – весьма актуальная проблема.

Натурные исследования технического состояния совмещенных утепленных рулонных кровель

Для получения достоверной информации о техническом состоянии материалов, составляющих конструкцию эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель с прямым размещением слоев, разработана методика и выполнены натурные исследования с учетом нормативных документов [12, 13]. Это позволило выявить основные дефекты в материалах, из которых состоит конструкция кровли.

Верхний слой водоизоляционного ковра имел следующие значимые дефекты. Защитная заводская посыпка на участках кровли с большими уклонами (у водоприемных воронок) практически полностью была разрушена (рис. 1а). Отсутствие защитной посыпки привело к разрушению (деструкции) битума от воздействия УФ-излучения и появлению протечек кровли (рис. 1б).

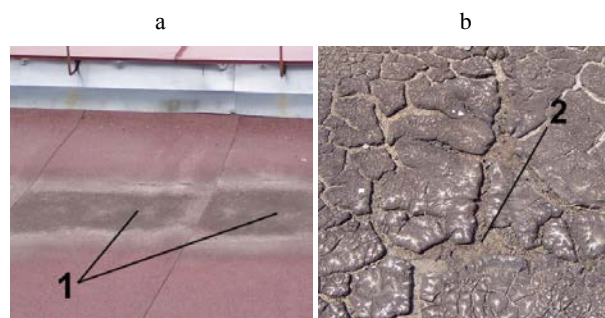


Рис. 1. Техническое состояние эксплуатируемого верхнего слоя рулонного водоизоляционного ковра: а – с заводской защитной посыпкой; б – без защитной посыпки;

1 – участки с полностью разрушенным слоем защитной посыпки; 2 – разрушенное битумное покрытие

Fig. 1. Technical condition of operated top layer of rolled water-insulating carpet: a – with factory protective sprinkling; b – without protective sprinkling;

1 – sections with completely destroyed layer of protective sprinkling; 2 – destroyed bitumen coating

Техническое состояние выравнивающей стяжки практически на всех обследованных кровлях находилось в удовлетворительном состоянии. Фактические показатели сопротивления теплопередаче $R_{\text{фак}}$ совмещенных покрытий, не имеющих протечек кровли, не превышали $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, что на 30 % меньше значения, заложенного при проектировании объекта, и в четыре раза меньше $R_{\text{норм}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ [9].

Лабораторные исследования проб материалов утеплителя, взятых из кровель без протечек, показали, что влажность утеплителя в процессе эксплуатации кровли увеличилась в 3–5 раз по сравнению со значениями, установленными в [9]. Коэффициент теплопроводности материала утеплителя возрос почти на 40 %.

Следовательно, можно сделать вывод, что после пяти-восьми лет эксплуатации пароизоляции на основе битумной мастики разрушается [14]. И, учитывая, что в процессе эксплуатации зданий за счет осадочных деформаций раствор в стыках между плитами покрытия рассыпается, в образовавшиеся зазоры на участках с разрушенной пароизоляцией из помещений поступает влажный воздух, который и приводит к постоянному увлажнению слоя теплоизоляции. Выполненные натурные исследования показали, что в течение каждого года эксплуатации кровли влажность утеплителя увеличивается минимум на 1 % [15]. Также установлено,

что пароизоляция на участках стыков плит покрытия находилась в нерабочем состоянии – разрушения составляли от 60 до 80 % площади стыков.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты натуральных исследований [1, 4, 5, 7, 14] показали, что основной причиной, влияющей на динамику накопления влаги в слое теплоизоляции при эксплуатации совмещенных утепленных рулонных кровель с последовательным размещением слоев, является разрушение слоя пароизоляции. Сегодня для выполнения работ по его восстановлению необходимо демонтировать все вышележащие слои кровли: водоизоляционный ковер, выравнивающую стяжку, теплоизоляцию, т. е. полный демонтаж существующей кровли. Это очень трудоемкий технологический процесс.

Согласно расчетам, трудоемкость демонтажа 10 м² площади всех слоев кровли составляет более 150 чел.·ч [10, 11]. Следовательно, разработка эффективной технологии производства работ по капитальному ремонту эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель – актуальная задача. Анализ рекомендуемых для массового применения конструктивных решений таких кровель позволяет сделать вывод, что в качестве базы для разработки эффективной технологии капитального ремонта целесообразно принять конструкцию инверсионной кровли [12].

Реабилитация совмещенных утепленных рулонных кровель

Для выполнения реабилитации эксплуатируемой совмещенной утепленной рулонной кровли авторы статьи предлагают следующее конструктивное решение (рис. 2), которое позволит исключить самый трудоемкий технологический процесс – демонтаж существующей кровли. Рекомендуемое решение аналогично конструкции инверсионной кровли. Отличие лишь в том, что в предлагаемом варианте роль пароизоляции будут выполнять отремонтированные слои существующего водоизоляционного ковра (уложенного на несущую конструкцию), к которому будет крепиться плитный утеплитель.

Для исключения негативного влияния УФ-излучения на водоизоляционный ковер и появления вздутий (воздушных мешков) новый водоизоляционный ковер рекомендуется делать из ПВХ-мембраны. Предлагается выполнить утепление существующей кровли плитным утеплителем с последующим закреплением по нему водоизоляционного ковра из ПВХ-мембраны (рис. 2). Для снижения нагрузки на существующие несущие конструкции покрытия рекомендуется в качестве дополнительной теплоизоляции использовать негорючие минераловатные плитные утеплители, поверх которых ПВХ-мембрана будет крепиться без устройства выравнивающей стяжки.

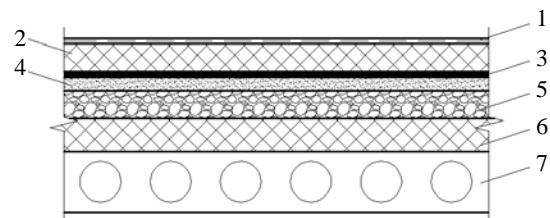


Рис. 2. Рекомендуемое конструктивное решение кровли для выполнения реабилитации: 1 – водоизоляционный ковер из ПВХ-мембраны; 2 – теплоизоляционный слой из сверхжестких минераловатных плит (по расчету); 3 – рулонный водоизоляционный ковер (существующий); 4 – цементно-песчаная стяжка (существующая); 5 – слой керамзитового гравия по уклону (существующий); 6 – слой теплоизоляции (существующий); 7 – железобетонная многопустотная плита покрытия (существующая)

Fig. 2. Recommended constructive solution for roof rehabilitation: 1 – water-insulating carpet made of PVC-membrane; 2 – thermal insulation layer of super-rigid mineral wool slabs (according to calculation); 3 – rolled water-insulating carpet (existing); 4 – cement sand screed (existing); 5 – layer of expanded clay gravel along slope (existing); 6 – layer of thermal insulation (existing); 7 – reinforced concrete multi-hollow coating plate (existing)

Предлагается следующая схема производства. До начала работ производятся натурные обследования кровли с целью оценки технического состояния водоизоляционного ковра и выравнивающей стяжки. По их результатам разрабатывается ППР на реабилитацию кровли. В составе ППР создаются следующие технологические карты:

– ремонт выравнивающей стяжки на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 10 мм;

- устранение дефектов водоизоляционного ковра;
- устройство теплоизоляционного слоя;
- закрепление ПВХ-мембраны по плитному утеплителю.

Ремонт выравнивающей стяжки выполняется на участках кровли, где она разрушена или имеет просадки более 5 мм. До начала работ на ремонтируемых участках стяжки снимают водоизоляционный ковер, демонтируют разрушенный материал стяжки, очищают поверхность от грязи и пыли и в случае необходимости просушивают. Как правило, ремонт выравнивающей стяжки сводится к выравниванию ее поверхности слоем холодной мелкозернистой асфальтобетонной (при отрицательных температурах наружного воздуха) или цементно-песчаной смеси. При этом обеспечиваются один уровень и один уклон поверхности со смежными участками.

Ремонт рулонного водоизоляционного ковра сводится к устранению в нем дефектов с помощью устройства заплат в виде одного или двух дополнительных слоев рулонного материала на поврежденные участки кровли. Заплаты изготавливают из рулонных материалов, совместимых с материалом ремонтируемого водоизоляционного ковра. В зависимости от вида дефектов в эксплуатируемом рулонном ковре предлагается следующая технология производства работ по их устранению. Чтобы убрать разрывы водоизоляционного ковра, ремонтируемый участок до начала работ очищают от пыли, грязи и просушивают. Затем поврежденный участок до поверхности кровли проконопачивают паклей, пропитанной мастикой. На подготовленную поверхность водоизоляционного ковра наклеивают заплату, перекрывающую границы повреждения на 100–150 мм.

Пробоины слоев водоизоляционного ковра до начала работ необходимо расчистить от поврежденного рулонного материала, от грязи и пыли, просушить. Новые слои рулонного материала следует плотно прижимать к основанию, а стыки шпательовать мастикой. Шпательку накладывают по периметру верхнего дополнительного слоя. Сопряжение полотнищ между собой (при больших повреждениях) производится с учетом указаний для устройства нового

ковра. Число вновь наклеиваемых слоев из рулонного материала должно быть на один слой больше снятых. Каждый последующий слой должен перекрывать стык нижних слоев не менее чем на 150 мм.

Вздутия (воздушные мешки) водоизоляционного ковра устраняют следующим образом. Вначале делают крестообразный разрез кровельного ковра в месте его вздутия. Затем, отогнув разрезанные края ковра в стороны, очищают вскрытую поверхность от пыли и грязи. При необходимости ремонтируемую поверхность кровельного ковра сушат. Для гарантированного удаления влаги рекомендуется применять сушильные установки с принудительной вентиляцией марки СО-222. На поврежденный участок по контуру вздутия наносится мастика, выдерживается до прекращения прилипания и затем тщательно прижимается от краев к разрезу. На место разреза наклеивается заплата, которая должна перекрывать поврежденный участок на 100–150 мм.

Отслоившиеся участки водоизоляционного ковра приклеивают к основанию. Расслоившиеся между собой полотнища склеивают и надежно соединяют в швах. Ремонтируемые участки тщательно укатывают катком после предварительной шпательки швов мастикой. На поврежденные кромки верхних полотнищ наклеивают заплату.

В последние годы в Беларуси при ремонте рулонных кровель применяется эффективная технология термомеханической обработки водоизоляционного ковра, основанная на регенерации содержащихся в рулонном ковре битумных материалов. В основу технологии положен принцип прогрева существующего рулонного материала с помощью термоэлектрического аппарата марки АП (масса аппарата 16 кг, размеры в плане 1,2×1,2 м, производительность – до 100 м² кровли в день). По завершении работ по ремонту водоизоляционного ковра приступают непосредственно к устройству слоя теплоизоляции.

Теплоизоляция инверсионной кровли выполняется из минераловатных плит прочностью на сжатие не менее 0,1 МПа без применения механических креплений [12]. Теплоизоляции

онные плиты укладывают на битумную мастику следующим образом. До начала работ для обеспечения ровности основания под плитный утеплитель выполняется нивелирование поверхности водоизоляционного ковра на площади не менее одной захватки. Затем на подготовленную (очищенную от пыли и грязи) поверхность отремонтированного водоизоляционного ковра наносят битумную мастику и сразу разравнивают ее тонким слоем. На свеженанесенную мастику (по делямкам) укладывают маячные теплоизоляционные плиты, плотно прижимая их к подготовленной поверхности. По завершении работ по укладке маячных рядов изолировщики аналогичным образом укладывают рядовые плиты. Теплоизоляционные плиты должны плотно прилегать друг к другу и склеиваться с несущим основанием (водоизоляционным ковром) по всей площади. Зазоры в стыках между уложенными плитами шириной более 5 мм заполняют крошкой теплоизоляционного материала, уплотняют и заливают мастикой. По завершении работ по устройству плит теплоизоляции крепят водоизоляционный ковер из ПВХ-мембран, укладываемых в один слой при температуре наружного воздуха до минус 45 °С. Они стойки к УФ-излучению, что не требует защитной посыпки, а способность пропускать водяной пар исключает появление вздутий (воздушных мешков) при возможном увлажнении слоя утеплителя.

Крепление мембраны к основанию производится теплосварным способом следующим образом. Вначале осуществляется подготовка кромок отдельных полотнищ к сварке. Мембранное полотно в местах сварки (кромка шириной до 1 см) очищается от грязи и выравнивается от складок специальным роликом. Параллельно от грязи очищается основание кровли в местах крепежа ПВХ-мембран к нему. Затем сваркой горячим воздухом с помощью автоматического сварочного аппарата типа VARIMAT выполняется крепление мембранного покрытия к основанию кровли. На данный момент такой теплосварной способ крепления мембран считается более надежным по сравнению с другими: он эффективен при устройстве

совмещенных кровель с минимальным количеством примыканий и большой площадью покрытия.

ВЫВОДЫ

1. Выполненные натурные исследования показали, что фактическая величина сопротивления теплопередаче $R_{\text{фак}}$ эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных покрытий, не имеющих протечек кровли, не превышает $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, что на 30 % меньше запроектированного значения и в четыре раза меньше $R_{\text{норм}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

2. Установлено, что основной причиной ухудшения эксплуатационных характеристик кровель является увеличение влажности материала теплоизоляционного слоя, которое вызвано разрушением слоя пароизоляции и защитной посыпки, высоким сопротивлением паропроонианию водоизоляционных материалов на основе битума.

3. Предлагаемое конструктивно-технологическое решение реабилитации эксплуатируемых совмещенных утепленных рулонных кровель обеспечивает $R_{\text{норм}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ без демонтажа конструктивных элементов существующей кровли. Применение в качестве водоизоляционного ковра ПВХ-мембран позволит без материальных и финансовых затрат в течение 20 лет исключить появление протечек кровли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черноиван, В. Н. Реабилитация совмещенных утепленных рулонных кровель. Восстановление эксплуатационных характеристик совмещенных утепленных рулонных кровель при их ремонте / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван. Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 93 с.
2. Топчий, В. Д. Реконструкция покрытий гражданских зданий / В. Д. Топчий // Жилищное строительство. 2007. № 8. С. 6–8.
3. Еропов, Л. А. Особенности работы кровель из рулонных кровельных материалов и подходы к их выбору / Л. А. Еропов // Технические науки – от теории к практике. 2012. № 11. С. 74–78.
4. Сиденко, Д. А. Долговечность плоских рулонных кровель / Д. А. Сиденко, В. Б. Белевич // Промышленное и гражданское строительство. 2004. № 8. С. 20–21.

5. Сокова, С. Д. Влияние влаги подкровельного ковра на гидроизоляцию / С. Д. Сокова, П. Г. Фомина // Жилищное строительство. 1997. № 9. С. 9–11.
6. Гуца, Е. В. Надежная изоляция кровель материалами компании Sika / Е. В. Гуца // Кровельные и изоляционные материалы. 2012. № 4. С. 10–11.
7. 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. С. 47–51.
8. Зернов, А. Е. Надежность плоской кровли / А. Е. Зернов // Строительные материалы. 2006. № 5. С. 13.
9. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43–2006*. Введ. 01.07.2007. Минск: Минстройархитектуры, 2015. 44 с.
10. Сборник 7. Кровельные работы: Нормы затрат труда на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Введ. 22.07.2009. Минск: Минстройархитектуры, 2009. 41 с.
11. Сборник 20. Ремонтно-строительные работы. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения: Нормы затрат труда на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Введ. 22.07.2009. Минск: Минстройархитектуры, 2009. 224 с.
12. Кровли: СН 5.08.01–2019. Введ. 08.09.2020. Минск: Минстройархитектуры, 2020. 24 с.
13. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения: ТКП 45-1.04-37–2008*. Введ. 29.12.2008. Минск: Минстройархитектуры, 2014. 39 с.
14. Румянцев, Б. М. Системы изоляции строительных конструкций / Б. М. Румянцев, А. Д. Жуков. М.: МГСУ, 2014. 640 с.
15. Могилат, А. Н. Проектирование теплозащиты покрытий гражданских зданий / А. Н. Могилат, Э. Н. Кривобок. Киев: Будівельник, 1982. 146 с.

Поступила 29.09.2021

Подписана в печать 30.11.2021

Опубликована онлайн 28.01.2022

REFERENCES

1. Chernoiivan V. N., Chernoiivan N. V. (2014) *Rehabilitation of Combined Insulated Roll Roofs. Restoration of Operational Characteristics of Combined Insulated Roll Roofs During Their Repair*. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 93 (in Russian).
2. Topchii V. D. (2007) Reconstruction of Coverings of Civil Buildings. *Zhilishchnoe Stroitelstvo = Housing Construction*, (8), 6–8 (in Russian).
3. Eropov L. A. (2012) Features of Operation of Roofs from Roll Roofing Materials and Approaches to their Selection. *Tekhnicheskie Nauki – ot Teorii k Praktike* [Technical Sci-

- ences – from Theory to Practice], (11), 74–78 (in Russian).
4. Sidenko D. A., Belevich V. B. (2004) Durability of Flat Roll Roofs. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitelstvo = Industrial and Civil Engineering*, (8), 20–21 (in Russian).
5. Sokova S. D., Fomina P. G. (1997) Influence of Moisture in the Under-Roof Carpet on Waterproofing. *Zhilishchnoe Stroitelstvo = Housing Construction*, (9), 9–11 (in Russian).
6. Gushcha E. V. (2012) Reliable Roof Insulation with Sika Materials. *Krovelnye i Izolyatsionnye Materialy* [Roofing and Insulation Materials], (4), 10–11 (in Russian).
7. Chernoiivan V. N., Leonovich S. N., Chernoiivan N. V. (2011) To the Assessment of the Technical Condition of the Operated Combined Roll Roofs. *Stroitel'naya Nauka i Tekhnika* [Construction Science and Technology], (3), 47–51 (in Russian).
8. Zernov A. E. (2006) Reliability of Flat Roof. *Stroitelnye Materialy = Construction Materials*, (5), 13 (in Russian).
9. ТКП [Technical Code of Common Practice] 45-2.04-43–2006. *Construction Heat Engineering. Building Design Codes*. Minsk, Publishing House of Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2015. 44 (in Russian).
10. *Collection 7. Roofing Works: Norms of Labor Costs for Construction, Installation and Repair and Construction Works*. Minsk, Publishing House of Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2009. 41 (in Russian).
11. *Collection 20. Repair and Construction Works. Issue 1. Buildings and Industrial Structures: Norms of Labor Costs for Construction, Installation and Repair and Construction Works*. Minsk, Publishing House of Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2009. 224 (in Russian).
12. SN [Building Codes] 5.08.01–2019. *Roofs*. Minsk, Publishing House of Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2020. 24 (in Russian).
13. ТКП [Technical Code of Common Practice] 45-1.04-37–2008. *Inspection of Building Structures of Buildings and Constructions. Inspection Procedure*. Minsk, Publishing House of Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus, 2014. 39 (in Russian).
14. Rumyantsev B. M., Zhukov A. D. (2014) *Insulation Systems for Building Structures*. Moscow, Publishing House of Moscow State University of Civil Engineering. 640 (in Russian).
15. Mogilat A. N., Krivobok E. N. (1982) *Design of Thermal Protection of Coatings for Civil Buildings*. Kiev, Budivelnik Publ. 146 (in Russian).

Received: 29.09.2021

Accepted: 30.11.2021

Published online: 28.01.2022