

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2025-24-2-134-142>

УДК 69.059.2

Оценка технического состояния кровель крупнопанельных жилых зданий, возведенных в Беларуси до 1993 г.

Кандидат техн. наук, доц. Н. В. Черноиван¹⁾

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

Реферат. В статье дана оценка технического состояния совмещенных утепленных рулонных кровель с последовательным расположением слоев и вентилируемых кровель крупнопанельных жилых зданий типовых серий, построенных в Беларуси до 1993 г. Результаты натурных исследований показали, что после более 30 лет эксплуатации техническое состояние материалов основных конструктивных слоев (несущая конструкция покрытия, пароизоляция, материалы теплоизоляционного слоя) работоспособное. Дефекты, оказывающие отрицательное влияние на функциональную пригодность кровель в целом, зафиксированы только в основном водоизоляционном ковре и цементно-песчаной стяжке. Установлено, что причинами появления и развития эксплуатационных дефектов (потеря защитной посыпки кровельным материалом, застой воды на кровле, трещины в битумном окрасочном слое рулонной кровли, вздутия между слоями кровельного рулонного ковра) являются «жесткие» условия эксплуатации кровель: постоянное, в течение всего срока эксплуатации, влияние на материалы атмосферных воздействий, а также нарушения технологии производства кровельных работ. Для поддержания рабочего состояния совмещенных утепленных рулонных кровель крупнопанельных жилых зданий, эксплуатируемых более 30 лет, основные материальные и финансовые затраты приходится на частичный ремонт водоизоляционного ковра, включающий и локальный ремонт цементно-песчаной стяжки. Причиной локального разрушения стяжки кровель крупнопанельных жилых зданий, построенных до 1993 г., является недостаточная ее морозостойкость, обусловленная заложенным при проектировании таких зданий требованием обеспечения прочности материала стяжки по морозостойкости на нормируемый срок эксплуатации крупнопанельных жилых здания, т. е. не менее чем на 30 лет. Учитывая, что нормируемый срок эксплуатации всех крупнопанельных жилых зданий, построенных до 1993 г., составляет более 30 лет, проблема обеспечения работоспособности стяжки будет приобретать все большую актуальность. Предлагается для увеличения срока эксплуатации стяжки без ремонта и снижения теплопотерь через совмещенное покрытие выполнить по существующей кровле инверсионную кровлю.

Ключевые слова: конструктивные слои кровли, эксплуатационные дефекты, локальные разрушения (размораживание) стяжки, объекты научных исследований

Для цитирования: Черноиван, Н. В. Оценка технического состояния кровель крупнопанельных жилых зданий, возведенных в Беларуси до 1993 г. / Н. В. Черноиван // *Наука и техника*. 2025. Т. 24, № 2. С. 134–142. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2025-24-2-134-142>

Assessment of the Technical Condition of Roofs of Large-Panel Residential Buildings Erected in Belarus before 1993

N. V. Chernoiivan¹⁾

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

Abstract. The paper provides an assessment of the technical condition of combined insulated rolled roofs with a sequential arrangement of layers and ventilated roofs of large-panel residential buildings of standard series built in Belarus before 1993. The results of field studies have shown that after more than 30 years of operation, the technical condition of the materials of the main structural layers (bearing structure of the coating, vapor barrier, materials of the thermal insulation layer) is operable. Defects that have a negative impact on the functional suitability of roofs as a whole are recorded only in the main

Адрес для переписки

Черноиван Николай Вячеславович
Брестский государственный технический университет
ул. Московская, д. 267,
224017, г. Брест, Республика Беларусь
Тел.: +375 29 726-74-56
chernoivan@inbox.ru

Address for correspondence

Chernoivan Nikolai V.
Brest State Technical University
267 Moskovskaya str.,
224017, Brest, Republic of Belarus
Tel.: +375 29 726-74-56
chernoivan@inbox.ru

waterproofing carpet and cement-sand screed. It has been established that the causes of the appearance and development of operational defects (loss of coarse-grained sprinkling with roofing material, stagnation of water on the roof, cracks in the bitumen coating layer of the rolled roof, swelling between the layers of the rolled roofing carpet) are “harsh” operating conditions of roofs: constant, throughout the entire period of operation, influence on the materials of atmospheric influences, as well as violations of the technology of roofing work. To maintain the working condition of combined insulated rolled roofs of large-panel residential buildings operated for more than 30 years, the main material and financial costs fall on partial repair of the waterproofing carpet, including local repair of cement-sand screed. The reason for the local destruction of the roof screed of large-panel residential buildings built before 1993 is its insufficient frost resistance, due to the requirement laid down in the design of such buildings to ensure the strength of the screed material in terms of frost resistance for the rated service life of large-panel residential buildings, i.e. for at least 30 years. Considering that the standard service life of all large-panel residential buildings built before 1993 is more than 30 years, the problem of ensuring the operability of the screed will become increasingly relevant. It is proposed to extend the service life of the screed without repairs and reduce heat loss through the combined coating to install an inversion roof on the existing roof.

Keywords: structural layers of the roof, operational defects, local destruction (defrosting) screeds, objects of scientific research

For citation: Chernov N. V. (2025) Assessment of the Technical Condition of Roofs of Large-Panel Residential Buildings Erected in Belarus before 1993. *Science and Technique*. 24 (2), 134–142. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2025-24-134-142> (in Russian)

Введение

Сегодня в Беларуси более 90 % всех многоэтажных жилых домов имеют совмещенные утепленные рулонные кровли. Обусловлено это тем, что стоимость устройства таких кровель почти на 40 % ниже, чем скатных (чердачных) кровель [1].

Однако, как показывает практика, после 5–8 лет эксплуатации требуется частичный ремонт водоизоляционного рулонного ковра совмещенных утепленных рулонных кровель, несущей конструкцией которых являются многопустотные сборные железобетонные плиты [2, 3]. Причиной протечек кровель является появление дефектов (микротрещин) в водоизоляционном рулонном материале, динамика развития которых зависит от влажности материала теплоизоляционного слоя [4].

Натурные исследования эксплуатируемых кровель жилых кирпичных зданий, в которых несущие конструкции покрытия, как правило, выполнены из многопустотных сборных железобетонных плит шириной 1,2–1,5 м, позволили установить, что увлажнение материала утеплителя в совмещенных покрытиях происходит за счет проникновения водяных паров воздуха из жилых помещений через зазоры в швах панелей покрытия [4]. Причиной этого являются следующие факторы. Применение в эксплуатируемых жилых кирпичных зданиях для заделки швов между панелями покрытия цементно-песчаного раствора марки не выше М25 не

обеспечивает совместную работу многопустотных сборных железобетонных плит. Каждая плита покрытия самостоятельно воспринимает нагрузки от снега и неравномерной осадки несущих стен здания. Такое сочетание нагрузок приводит к появлению вертикальных перемещений плит покрытия и, как следствие, вызывает разрушение материала оклеечной пароизоляции и цементно-песчаного раствора в швах панелей покрытия [5].

Базируясь на результатах натурных исследований [1–5], сегодня эта проблема решена: разработано и массово применяется конструктивное решение заделки швов между плитами в виде шпонки из мелкозернистой бетонной смеси марки не ниже М100, которое обеспечивает совместную работу многопустотных плит в покрытиях.

Наряду с кирпичными жилыми зданиями с середины 60-х гг. прошлого века в Республике Беларусь массово эксплуатируются крупнопанельные жилые здания, объем которых сегодня составляет более 55 % всего жилищного фонда [6].

Изучение научных публикаций в открытой печати и ресурсах Интернет, посвященных оценке технического состояния ограждающих конструкций крупнопанельных жилых зданий, показало, что все опубликованные результаты исследований по данной тематике посвящены техническому состоянию стеновых панелей и межпанельных стыков [7–9]. Информация о техническом состоянии конструктивных сло-

ев кровель крупнопанельных жилых зданий фактически отсутствует.

Применение в крупнопанельных жилых зданиях в качестве несущей конструкции покрытия сборных железобетонных плит размерами на комнату практически полностью исключает наличие швов между ними, что, очевидно, является фактором, оказывающим существенное влияние на условия эксплуатации таких кровель в целом.

В связи с изложенным и учитывая, что сегодня в Республике Беларусь большой объем жилого фонда составляют эксплуатируемые длительное время (более 30 лет) крупнопанельные здания типовых серий, исследования технического состояния конструктивных слоев кровель таких зданий являются актуальной задачей.

Методика выполнения научных исследований

Объектами исследований являются кровли крупнопанельных жилых зданий серий 1-335, 1-335А, 1-464, 1-464А и их модификаций, запроектированные и выполненные согласно строительным нормам (СНиП) бывшего СССР, действовавшим в Беларуси до 1993 г., а именно:

- СНиП II-26-76 «Кровли»;
- СНиП III-20-74 «Кровли, гидроизоляция, пароизоляция и теплоизоляция»;
- СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника».

Выбор для проведения натурных исследований крупнопанельных жилых зданий перечисленных выше серий обусловлен тем, что такие дома составляют значительный объем жилого фонда практически всех микрорайонов городов Беларуси. Следует отметить, что общее количество только зданий серии 1-464, эксплуатируемых 30 лет и более, на сегодня составляет более двух тысяч.

Визуальное обследование крупнопанельных жилых зданий старых типовых серий и их модификаций позволяет сделать следующий вывод.

Все здания имеют совмещенные утепленные кровли с водоизоляционным ковром из рулонных материалов. Согласно [10], такие кровли по конструктивному решению классифицируются на:

- кровли, в которых все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром (рис. 1);
- вентилируемые (двухоболочковые) кровли (рис. 2).

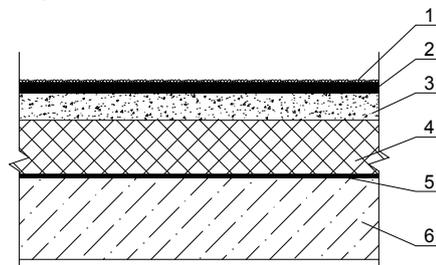


Рис. 1. Совмещенная кровля, в которой все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром:

- 1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер;
- 3 – выравнивающая стяжка; 4 – теплоизоляционный слой;
- 5 – пароизоляция; 6 – несущая конструкция покрытия

Fig. 1. Combined roof, in which all layers sequentially laid on the supporting structure and covered with a waterproofing carpet: 1 – protective layer; 2 – waterproofing carpet; 3 – leveling screed; 4 – thermal insulation layer; 5 – vapor barrier; 6 – load-bearing structure of the coating

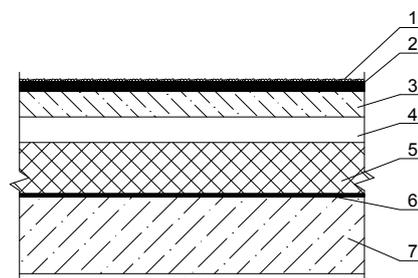


Рис. 2. Вентилируемая (двухоболочковая) кровля: 1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер; 3 – верхняя несущая конструкция; 4 – воздушная прослойка (технический этаж); 5 – теплоизоляционный слой; 6 – пароизоляция; 7 – нижняя несущая конструкция

Fig. 2. Ventilated (double-walled) roof: 1 – protective layer; 2 – waterproofing carpet; 3 – upper load-bearing structure; 4 – air layer (technical floor); 5 – thermal insulation layer; 6 – vapor barrier; 7 – lower load-bearing structure

Число крупнопанельных зданий с вентилируемыми кровлями (рис. 2) по сравнению со зданиями, имеющими совмещенные кровли, в которых все слои последовательно уложены (рис. 1), невелико и составляет не более 5 % от всего количества эксплуатируемых крупнопанельных жилых зданий. Объясняется это тем, что материалоемкость и трудоемкость устрой-

ства двухоболочковых кровель существенно выше [3, 5].

Для достижения поставленной цели – получения достоверной информации о конструктивных решениях кровель крупнопанельных жилых зданий, примененных в них строительных материалах и причинах, приводящих к появлению в них дефектов, была принята следующая методика проведения научных исследований.

До начала проведения исследований, руководствуясь методикой [11], был определен перечень дефектов, оказывающих негативное влияние на эксплуатационные характеристики совмещенных утепленных рулонных кровель в целом:

- несоответствие конструкции кровли нормативным требованиям;
- протечки от атмосферных воздействий (дождевые или талые воды);
- размораживание стяжки, утеплителя и других слоев кровли;
- застой воды на кровле;
- потеря защитной посыпки кровельным материалом;
- трещины в битумном окрасочном слое рулонной кровли;
- отсутствие сцепления или непрочное сцепление кровельного рулонного ковра со стяжкой;
- вздутия между слоями кровельного рулонного ковра;
- сползание, расслаивание полотнищ рулонных материалов в местах примыкания кровли к выступающим над кровлей конструкциям.

На первом этапе выполнены поисковые исследования – изучено более 25 отчетов натуральных исследований совмещенных утепленных рулонных кровель крупнопанельных жилых зданий. (Отчеты предоставлены ОДО «Техническая диагностика сооружений» и ОАО «Брестжилпроект», имеющими лицензии на проведение натуральных исследований зданий и сооружений и подготовку заключений о техническом состоянии строительных конструкций.)

Для минимизации влияния значимых, на взгляд автора, факторов (климатические условия, правила эксплуатации объектов и др.), которые могут оказать существенное влияние на эксплуатационные характеристики кровель в целом и тем самым повлиять на достоверность выводов результатов исследований, были опре-

делены критерии отбора эксплуатируемых крупнопанельных жилых зданий для исследований:

- срок эксплуатации здания на момент обследования не менее 30 лет (соответствует первоначально установленному сроку эксплуатации крупнопанельных жилых зданий, построенных до 1993 г.);
- слой теплоизоляции выполнен из различных строительных материалов;
- уклоны кровли к водоприемным воронкам имеют различные конструктивные решения;
- кровли эксплуатируются в одинаковых климатических условиях;
- технический надзор за состоянием кровель и их эксплуатацию выполняет специализированная государственная структура (ЖРЭУ).

Для достижения поставленных целей проанализированы результаты натуральных исследований совмещенных утепленных рулонных кровель восьми крупнопанельных жилых домов, отвечающих сформулированным критериям отбора: шесть зданий в г. Бресте, одно здание в г. Березе и два здания в г. Барановичи.

Техническое состояние материалов конструктивных слоев совмещенных утепленных кровель

Для выполнения оценки технического состояния конструктивных слоев таких кровель (рис. 1) были проанализированы результаты натуральных обследований следующих шести крупнопанельных жилых зданий (табл. 1).

Натурные исследования позволили установить следующее:

1. Кровля во всех зданиях неэксплуатируемая, совмещенная, неветилируемая с водоизоляционным рулонным покрытием.
2. Водоотвод с кровли внутренний, через водоприемные воронки.

Конструкция кровли по слоям была определена по результатам вскрытия шурфов (не менее четырех на каждой кровле).

Во всех обследованных зданиях ее конструкция по слоям идентична:

- кровельный рулонный материал;
- цементно-песчаная стяжка;
- слой теплоизоляции;
- пароизоляция;
- плоская железобетонная плита толщиной 120 мм.

Таблица 1

Перечень обследованных зданий, имеющих совмещенные кровли, в которых все слои последовательно уложены на несущую конструкцию

List of surveyed buildings with combined roofs, in which all layers are sequentially laid on a supporting structure

№ п/п	Адрес здания	Год постройки	Год проведения обследования	Срок эксплуатации на момент проведения обследования
1	г. Брест, ул. ГОБК, д. 72	1966	2021	55 лет
2	г. Брест, ул. Набережная, д. 36	1980	2023	43 года
3	г. Брест, ул. МОПРа, д. 8	1979	2022	43 года
4	г. Брест, ул. Дубровская, д. 10	1991	2022	31 год
5	г. Брест, ул. Дубровская, д. 10/1	1980	2022	42 года
6	г. Пружаны, ул. Кобринская, д. 63	1975	2017	42 года

Анализ результатов натурных исследований позволяет сделать следующий вывод. В совмещенных утепленных кровлях крупнопанельных жилых зданий, возведенных до 1980 г., применены засыпные утеплители (гравий керамзитовый, шлак топливный, газосиликат), которые и обеспечивают проектные уклоны к водоприемным воронкам. В зданиях, возведенных после 1980 г., слой теплоизоляции выполнен из газосиликатных блоков (плит). Уклоны в сторону водосточных воронок решены установкой подкладок под основание блоков.

Во всех обследованных зданиях кровля выполнена из 5–6-слоев наплавленного рулонного материала на битумной мастике, что свидетельствует о проведенном ранее капитальном ремонте (наклеены дополнительные слои) водоизоляционного ковра.

Все обследованные кровли имеют дефекты, оказывающие отрицательное влияние на их функциональную пригодность. Основными из них являются:

– потеря заводской защитной посыпки на отдельных участках водоизоляционного ковра (рис. 3); причина появления дефекта – длительное воздействие атмосферных факторов (перепад температур и влажности наружного воздуха) на рулонный материал;

– застой атмосферной воды на участках кровли (рис. 4); причина образования дефекта – локальные разрушения (размораживание) цементно-песчаной стяжки;

– вздутия между слоями кровельного рулонного ковра на отдельных участках кровли (рис. 5); причина – нарушение технологии выполнения кровельных работ.

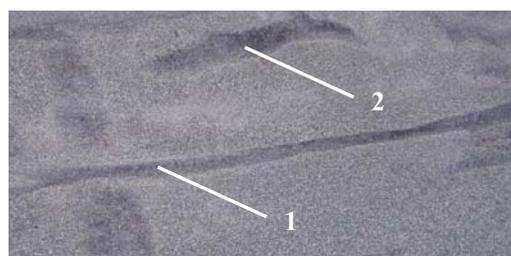


Рис. 3. Состояние верхнего слоя водоизоляционного рулонного ковра: 1 – верхний слой водоизоляционного рулонного ковра с разрушенной защитной заводской посыпкой; 2 – складки в верхнем слое водоизоляционного рулонного ковра

Fig. 3. Condition of the upper layer of the waterproofing roll-up carpet: 1 – top layer of a waterproof rolled carpet with a destroyed protective factory sprinkle; 2 – folds in the upper layer of the waterproof roll-up carpet



Рис. 4. Застой атмосферной воды на кровле
Fig. 4. Stagnation of atmospheric water on the roof



Рис. 5. Дефекты, вызванные нарушениями технологии выполнения кровельных работ: 1 – вздутия между слоями кровельного рулонного ковра; 2 – отслоения в местах нахлестки полотнищ

Fig. 5. Defects caused by violations of roofing technology: 1 – swelling between the layers of the roofing roll carpet; 2 – peeling in places of overlapping panels

Техническое состояние материалов конструктивных слоев вентилируемых (двухоболочковых) кровель

Как было отмечено ранее, такие кровли (рис. 2) в эксплуатируемых крупнопанельных жилых домах применены в небольших объемах ввиду высокой материало- и трудоемкости их возведения. В связи с этим оценка технического состояния конструктивных слоев эксплуатируемых кровель выполнена по результатам обследования двух объектов (табл. 2).

Таблица 2

Перечень обследованных зданий, имеющих вентилируемые кровли

List of surveyed buildings with ventilated roofs

№ п/п	Адрес здания	Год постройки	Год проведения обследования	Срок эксплуатации на момент проведения обследования
1	г. Барановичи, ул. Брестская, д. 287	1974	2022	48 лет
2	г. Барановичи, ул. Брестская, д. 289	1975	2022	47 лет

По результатам натурных исследований установлено:

1. Кровля во всех зданиях неэксплуатируемая, совмещенная, вентилируемая (двухоболочковая).

2. Вентиляция воздушной прослойки осуществляется за счет продухов (80×80 мм), выполненных в парапетной части наружных стеновых панелей с шагом 6 м. Состояние продухов удовлетворительное.

Конструкция кровли по слоям определена по результатам вскрытия шурфов (не менее пяти на каждой кровле). Установлено, что кровля состоит из следующих слоев:

- железобетонной плиты перекрытия толщиной 100 мм;
- пароизоляции (клеечная, один слой рубероида);
- теплоизоляции (слой гравия керамзитового);
- воздушной прослойки;
- плиты покрытия (80 мм);

- гравия керамзитового (для создания уклона);

- выравнивающей стяжки;

- водоизоляционного ковра (пять слоев наплавленного рулонного материала).

Отвод атмосферных вод с кровли осуществляется через водоприемные воронки. Проектные уклоны к водоприемным воронкам обеспечивает слой гравия керамзитового, уложенного по плите покрытия.

По результатам обследования кровель выявлены следующие дефекты, оказывающие отрицательное влияние на функциональную пригодность кровли здания в целом:

- застой атмосферной воды на участках кровли (водоизоляционный ковер имеет в отдельных местах «блюдца» глубиной до 20 мм); причина образования дефекта – локальные разрушения (размораживание) цементно-песчаной стяжки;

- локальные вздутия («воздушные мешки») рулонного ковра; причина – нарушения технологии производства работ.

- потеря заводской защитной посыпки основным водоизоляционным ковром; причина – длительное воздействие атмосферных факторов (перепад температур и влажности наружного воздуха) на рулонный материал.

Применение в крупнопанельных жилых зданиях сборных железобетонных плит покрытия размером на комнату позволяет за счет отсутствия межпанельных швов в несущей конструкции покрытия обеспечить удовлетворительное (работоспособное) состояние несущей конструкции покрытия, пароизоляции и материала утеплителя на длительный срок эксплуатации без дополнительных затрат. Следовательно, устройство вентилируемых кровель в крупнопанельных жилых зданиях нецелесообразно, что и подтвердили результаты исследований.

Анализ результатов натурных исследований эксплуатируемых длительное время (более 30 лет) совмещенных утепленных рулонных кровель крупнопанельных жилых зданий позволяет сделать следующие предварительные выводы.

Основными причинами появления и развития дефектов в верхнем слое водоизоляционного ковра являются:

1) физический износ водоизоляционного рулонного материала, обусловленный «жесткими» условиями эксплуатации кровли в целом и в первую очередь водоизоляционного ковра. Постоянное, в течение всего срока эксплуатации, влияние на верхний слой рулонного ковра различных сочетаний циклических атмосферных воздействий (перепад температур и влажности наружного воздуха, УФ излучения и др.) приводит к физическому износу водоизоляционного материала;

2) нарушения технологии производства кровельных работ, приводящие к появлению вздутий («воздушных мешков») между слоями кровельного рулонного ковра. Установлено, что этот дефект в процессе эксплуатации кровли приводит к появлению микротрещин в рулонном водоизоляционном материале, а затем и протечкам кровли [5];

3) локальные разрушения (размораживание) материала цементно-песчаной стяжки приводят к нарушению системы отвода атмосферных вод с кровли к водоприемным воронкам и застою ее на участках кровли (водоизоляционный ковер имеет в отдельных местах «блюдца» глубиной до 20 мм). При суточных перепадах температур наружного воздуха в межсезонный период происходит попеременное замораживание–оттаивание воды в «блюдцах», что приводит к возникновению дополнительных циклических растягивающих напряжений в водоизоляционном материале. Низкие прочностные характеристики битума при воздействии циклических силовых воздействий (напряжений растяжения) приводят к появлению микротрещин в рулонном водоизоляционном материале. При дальнейшей эксплуатации кровли происходит развитие микротрещин и, как следствие, в кровле возникают протечки.

Рекомендации по восстановлению эксплуатационных характеристик кровель крупнопанельных жилых зданий, возведенных в Беларуси до 1993 г.

Как показывает практика, основные затраты на устранение дефектов совмещенных утепленных рулонных кровель крупнопанельных

жилых зданий, эксплуатируемых более 30 лет, приходится на ремонт цементно-песчаной стяжки и конструктивно связанных с ней водоизоляционных материалов [1, 4]. Общее техническое состояние цементно-песчаной стяжки в этих кровлях характеризуется категорией III – не вполне удовлетворительное (ограниченно работоспособное) состояние. Очевидно, основной причиной локального разрушения стяжки являются следующие факторы. Крупнопанельные жилые здания, построенные до 1993 г., рассматривались как временные со сроком эксплуатации до 30 лет. С учетом этого срока эксплуатации и выполнялось проектирование стяжки: цементно-песчаный раствор повышенной жесткости (осадка конуса до 30 мм) марки 100, толщина 25 мм [10]. Основным требованием при проектировании цементно-песчаной стяжки было обеспечение ее прочности по морозостойкости на нормируемый срок эксплуатации крупнопанельных жилых здания, т.е. не менее чем на 30 лет. Учитывая, что нормируемый срок эксплуатации всех крупнопанельных жилых зданий, построенных до 1993 г., превышает 30 лет, объемы развития дефектов цементно-песчаной стяжки будут стремительно увеличиваться и проблема продления срока ее работоспособности будет приобретать все большую актуальность.

Очевидно, что эффективным решением продления срока эксплуатации цементно-песчаной стяжки без ее ремонта является полное исключение суточных циклов замораживания–оттаивания материала стяжки, т. е. выполнение ее утепления.

Анализ применяемых на практике конструктивно-технологических решений утепления совмещенных покрытий позволяет рекомендовать для решения этой задачи применить инверсионную кровлю [12]. Устройство такой кровли с водоизоляционным ковром из ПВХ-мембраны позволит обеспечить:

- снижение тепловых потерь совмещенных покрытий эксплуатируемых зданий;
- эксплуатацию водоизоляционного ковра без ремонта до 50 лет;
- рабочее состояние цементно-песчаной стяжки без ремонта на весь срок эксплуатации крупнопанельных жилых зданий старых типовых серий.

ВЫВОДЫ

1. Оценка технического состояния слоев кровель позволила установить, что основными дефектами, оказывающими отрицательное влияние на функциональную пригодность кровель зданий в целом, являются дефекты рулонного наплавляемого покрытия кровли и цементно-песчаной стяжки.

2. Главными причинами появления и развития дефектов в основном водоизоляционном ковре являются физический износ рулонного материала на битумной мастике, обусловленный влиянием на него различных сочетаний циклических атмосферных воздействий: перепада температур и влажности наружного воздуха, УФ излучения и других, а также нарушения технологии производства кровельных работ.

3. Локальные разрушения цементно-песчаной стяжки обусловлены снижением ее морозостойкости. При проектировании крупнопанельных жилых зданий срок их эксплуатации планировался до 30 лет.

4. Предлагается при ремонте кровель крупнопанельных жилых зданий, построенных до 1993 г., применять инверсионную кровлю с водоизоляционным ковром из ПВХ-мембраны.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Зернов, А. Е. Надежность плоской кровли / А. Е. Зернов // Строительные материалы. 2006. № 5. С. 13.
3. Сиденко, Д. А. Долговечность плоских рулонных кровель / Д. А. Сиденко, В. Б. Белевич // Промышленное и гражданское строительство. 2004. № 8. С. 20–21.
4. 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.
5. Черноиван, В. Н. Оценка эксплуатационной эффективности покрытия совмещенных утепленных рулонных кровель / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван, А. В. Торхова // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 47–51.
6. Пилипенко, В. М. Анализ рынка жилищного строительства: ПРООН/ГЭФ Проект № 00077154 «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» / В. М. Пилипенко. Минск,

2018. URL: <https://energoeffect.gov.by/effbuild/download/429.pdf>.

7. Плотников, В. В. Влияние конструктивных решений стыков крупных панелей на энергоэффективность зданий / В. В. Плотников, А. И. Голенок // Инновации в строительстве–2020: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию строительного института ФГБОУ ВО «БГИТУ», Брянск, 25 дек. 2020 г. Брянск: Брянский гос. инженерно-технологический ун-т, 2020. С. 235–239.
8. Варламова, Л. А. Герметизация крупнопанельных жилых домов / Л. А. Варламова, М. В. Рыноква // Теория и практика современной науки: материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., Минск, 8 июня 2017 г. Минск: Навуковы свет, 2017. С. 20–26.
9. Андрейко, И. В. Проблемы модернизации жилых домов 1950–70-х годов / И. В. Андрейко, Е. А. Кайдановская // Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства: сб. науч. ст., Гродно 21–22 мая 2020 г. Гродно: Гродненский госунар. ун-т им. Янки Купалы, 2020. С. 3–5.
10. Кровли: СН 5.08.01–2019. Введ. 08.09.20. Минск: Минстройархитектуры, 2020. 29 с.
11. Общие положения по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений: СП 1.04.02-2022. Введ. 05.05.22. Мн.: Минстройархитектуры, 2022. 78 с.
12. 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>.

Поступила 10.12.2024

Подписана в печать 12.02.2025

Опубликована онлайн 31.03.2025

REFERENCES

1. Eropov L. A. (2012) Features of Roofing Made from Rolled Roofing Materials and Approaches to Their Selection. *Tekhnicheskie Nauki – ot Teorii k Praktike* [Technical Sciences – from Theory to Practice], (11), 74–78 (in Russian).
2. Zernov A. E. (2006) Reliability of a Flat Roof. *Stroitelnye Materialy = Construction Materials*, (5), 13 (in Russian).
3. 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).
4. Chernouvan V. N., Leonovich S. N., Chernouvan N. V. (2011) To Assessment of Technjcal Condition of Operated Combined Roll Roofs. *Stroitelnaya Nauka i Tekhnika* [Construction Science and Technology], (3), 47–51 (in Russian).
5. Chernouvan V. N., Chernouvan N. V., Torkhova A. V. (2016) Evaluation of Operational Efficiency of Combined Insulated Roll Roofing Coatings. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitelstvo = Industrial and Civil Engineering*, (1), 47–51 (in Russian).

6. Pilipenko V. M. (2018) *Analysis of the Housing Construction. UNDP/GEF. Project № 00077154 "Improving the Energy Efficiency of Residential Buildings in the Republic of Belarus"*. Minsk. Available at: <https://energoeffect.gov.by/effbuild/download/429.pdf>.
7. Plotnikov V. V., Golenok A. I. (2020) The Influence of Design Solutions for Joints of Large Panels on the Energy Efficiency of Buildings *Innovatsii v stroitel'stve–2020: sbornik dokladov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 60-letiyu stroitel'nogo instituta FGBOU VO "BGITU", Bryansk, 25 dekabrya 2020 g.* [Innovations in Construction–2020: collection of reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Construction Institute of the BGITU]. Bryansk, Bryansk State University of Engineering and Technology. 235–239 (in Russian).
8. Varlamova L. A., Rynkova M. V. (2017) Sealing of Large-Panel Residential Buildings. *Teoriya i praktika sovremennoi nauki: materialy Mezhdunar. (zaochnoi) nauch.-prakt. konf., Minsk, 8 iyunya 2017 g.* [Theory and Practice of Modern Science: proceedings of the International (Correspondence) Scientific and Practical Conference]. Minsk, Navukovy svet Publ., 20–26 (in Russian).
9. Andreyko I. V., Kaydanovskaya E. A. (2020) Problems of Modernization of Residential Buildings Built in the 1950s-70s. *Tradicii, sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva: sbornik nauchnyh statei, Grodno 21–22 maya 2020 g.* [Traditions, Modern Problems and Prospects of Construction Development: Collection of Scientific articles]. Grodno, Yanka Kupala State University of Grodno, 3–5 (in Russian).
10. CN [Building Codes] 5.08.01–2019. *Roofings*. Minsk, Ministry of Architecture and Construction, 2020. 29 (in Russian).
11. CP [Building Rules] 1.04.02–2022. *General Provisions for the Inspection of Building Structures of Buildings and Constructions*. Minsk, Ministry of Architecture and Construction, 2022. 78 (in Russian).
12. Chernoi van V. N., Chernoi van N. V., Torkhova A. V. (2022) Proposals for Rehabilitation of Operated Combined Insulated Rolled Roofs. *Nauka i Tehnika = Science and Technique*, 21 (1), 50–56. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-1-50-56> (in Russian).

Received: 10.12.2024

Accepted: 12.02.2025

Published online: 31.03.2025