

DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-46-53

<sup>1,\*</sup>Мавлюбердинов А.Р., <sup>1</sup>Богданов Р.Р., <sup>2</sup>Сулейманова Л.А.<sup>1</sup>Казанский государственный архитектурно-строительный университет<sup>2</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

\*E-mail: mazatr73@mail.ru

## К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с проведением капитального ремонта крупнопанельных жилых зданий. Авторы уделяют внимание ключевому аспекту этого процесса, а именно ремонту стыков стеновых панелей, а также методам, позволяющим выявить места, где нарушена герметичность швов в панельных домах. Одним из важных этапов исследования является тепловизионное сканирование, которое позволяет точно определить участки с наибольшими потерями тепла и выявить проблемные зоны, требующие немедленного вмешательства. В статье также представлено краткое описание различных видов герметиков и областей их применения в контексте ремонта стыковых швов стен. Это имеет существенное значение, поскольку выбор правильных герметиков и их правильное применение могут существенно повысить эффективность и долговечность ремонта. Авторы исследования подчеркивают не только важность правильного ремонта стыков стеновых панелей, но и необходимость соблюдения требований по эксплуатации зданий и своевременного проведения капитальных ремонтов с использованием качественных материалов. Это является ключевым фактором для обеспечения долговечности стыков стеновых панелей. Эффективный капитальный ремонт способствует созданию благоприятного микроклимата внутри помещений и снижению энергозатрат, что важно не только с точки зрения улучшения условий жизни, но и с экономической точки зрения в современной строительной индустрии.

**Ключевые слова:** панельное домостроение, стыки панелей, герметизация, ремонт, тепловизионное обследование.

**Введение.** На современном этапе развития строительной отрасли как в России, так и за рубежом применение бетонных и железобетонных конструкций носит преобладающий характер. В прошлом столетии широко использовался сборный железобетон при строительстве жилых, общественных зданий, а именно в качестве плит и панелей перекрытия и покрытия, стеновых ограждений. Для решения задачи возведения крупнопанельных зданий был отмечен значительный рост промышленности сборного железобетона. Массовый переход на строительство крупнопанельных зданий привел к некоторому перекошу в производстве строительных материалов, а именно снизилось производство мелкоштучных стеновых изделий (кирпич и блоки). Типизация строительства крупнопанельных зданий привела к однообразию и безликости жилых микрорайонов, а также к невозможности свободной перепланировки. Одним из положительных качеств крупнопанельного домостроения является скорость строительства.

Эксплуатация многоквартирных домов должна быть направлена на сохранение целостности и работоспособности всех конструктивных элементов и инженерных систем здания. Это включает в себя обеспечение нормативного функционирования систем отопления, водоснабжения, канализации, электроснабжения, лифтового оборудования и других систем, обеспечивающих комфортное проживание жителей.

В панельных зданиях особое внимание уделяется состоянию швов между панелями, так как именно они могут стать источником проникновения влаги и образования трещин. Дефекты в наружных стенах могут возникать из-за деформации отдельных элементов, что может привести к снижению теплозащитных свойств стен и увеличению энергопотребления на отопление. Деформации и повреждения могут быть вызваны различными факторами, включая ошибки при проектировании, некачественное строительство, износ материалов и воздействие атмосферных условий. Для предотвращения этих проблем необходимо проводить регулярные осмотры и обследования зданий, а также своевременно проводить ремонт и замену изношенных элементов [1–4].

Помимо технического обслуживания, эксплуатация многоквартирных домов также включает в себя поддержание чистоты и порядка в подъездах, на лестничных клетках, во дворах, на детских и спортивных площадках. Также важно обеспечить доступность зданий для маломобильных групп населения, организовать работу и контроль за работой управляющих компаний и обслуживающих организаций. Для предотвращения данных нежелательных явлений выполняют работы по восстановлению герметичности стыков зданий [5–11].

Ухудшение герметичности может быть вызвано различными причинами, связанными как с

производственными и технологическими процессами, так и с климатическими условиями.

Производственные и технологические факторы включают:

- неточность в размерах стеновых панелей, изготовленных на производстве, что приводит к нарушению проектных размеров при их соединении;

- нарушение требований к монтажу, таких как отклонение от вертикали, смещение, перекос, изменение размеров стыковых соединений и т.д.;

- изменения в размерах стыковых соединений из-за процессов ползучести и усадки бетона (1,5–2,0 мм на стык).

Климатические факторы включают:

- попеременное замораживание и оттаивание воды в межпанельных швах, которое приводит к разрушению материалов и ухудшению герметичности;

- изменения в размерах стыков из-за температурных колебаний (0,5–1,0 мм на стык);

- воздействие ультрафиолетового излучения и солнечной радиации на стыковые соединения, которое может привести к их разрушению и потере герметичности.

**Материалы и методы.** Тепловизионное обследование панельных домов позволяет обнаружить теплопотери, вызванные нарушениями в теплоизоляции стыков между панелями. Эти

нарушения могут привести к ухудшению микроклимата внутри помещения, проникновению влаги, образованию сырости и усиленной работе систем отопления и кондиционирования [12].

Одним из наиболее опасных последствий является промерзание стыков панелей, которое вызывает постоянное увлажнение и снижает прочность конструкций здания. Это, в свою очередь, сокращает срок его эксплуатации и повышает стоимость обслуживания.

Для предотвращения этих последствий необходимо проводить своевременную герметизацию межпанельных швов или ремонт межпанельных соединений. В рамках исследования проводится тепловизионное обследование, которое позволяет комплексно решить ключевые задачи в области нивелирования теплопотерь и выявить дефекты в ограждающих конструкциях.

**Основная часть.** Проведенные авторами тепловизионные исследования позволили получить температурные поля в виде изображений с различной яркостью, соответствующей различным температурам. Различные цвета на изображении тепловизора соответствуют различным температурам исследуемой поверхности (рис. 1). Тепловизоры также могут отображать изотермические поверхности, то есть поверхности с одинаковой температурой. Выходной сигнал тепловизора прямо пропорционален измеряемой температуре исследуемой поверхности.

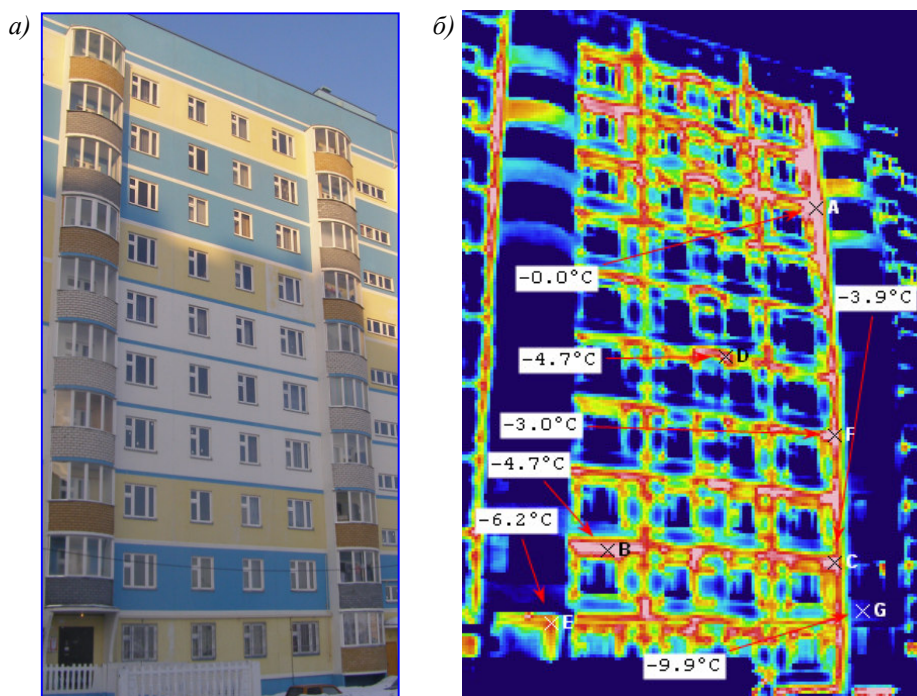


Рис. 1. Термографические изображения: а – изображение исследуемой поверхности ограждающей конструкции; б – изображение тепловизора при температуре наружного воздуха  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

По результатам исследования теплотехнических параметров ограждающих конструкций и

микроклимата помещений квартиры тепловизионным методом установлено, что температуры в

вышеперечисленных зонах не соответствуют нормативным требованиям.

Температурный перепад между температурой воздуха в помещении и температурой поверхности стены должен быть в пределах  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температуры в теплопроводных участках должны быть выше температуры точки росы. При пересчете полученных результатов на расчетные  $t_{н} = -32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{в} = +21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температуры в обследуемых участках будут ниже температуры точки росы, то есть ниже  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Проблема устранения дефектов стен панельных зданий, а именно стыков панелей требует комплексного решения с использованием нескольких типов материалов, таких как монтажный пенополиуретан, герметик или мастика для герметизации и гидроизоляции, вспененная полиэтиленовая или полипропиленовая трубчатая теплоизоляция, штукатурка, цементно-песчаная смесь и др.

Технология ремонта сводится к выполнению нескольких последовательных операций. На первоначальном этапе межпанельный шов заполняется пеной, прокладывается труба теплоизоляционного материала, после чего весь комплект изоляционных материалов закрывается герметиком и иногда оштукатуривается вдоль вертикальных и горизонтальных швов.

Кроме того, на сегодняшний день откорректирована методика определения площади, на которой нужно провести ремонтные работы. Если

раньше место для ремонта было определено визуально, с небольшим выступом на полметра до каждого края, то сегодня есть четкий алгоритм ремонта. Если площадь вертикального шва повреждена, все соседние горизонтальные швы подлежат осмотру и ремонту. Аналогично, если горизонтальное межпанельное соединение оказались разрушенными, то, конечно, секции вертикальных швов, пересекающих проблемные горизонтальные участки, обязательно подвергаются ремонту.

Для снижения стоимости работ по герметизации стыков в панельных зданиях были разработаны различные технологии ремонта.

Первая технология – это восстановление целостности слоя герметика. Если при осмотре стыков не было обнаружено серьезных дефектов, то новый слой герметика просто наносится поверх старого. При этом старая гидроизоляция и теплоизоляционные материалы не удаляются.

Вторая технология – это полная замена гидроизоляции. В этом случае старый герметик и гидроизоляционный слой полностью удаляются, а затем наносятся новые материалы.

Третья технология – «теплый шов» – предполагает полную замену теплоизоляционных материалов, гидроизоляции и наружного слоя герметика на новые. Данный метод обеспечивает более высокое качество ремонта и улучшение теплоизоляционных характеристик стыков (рис. 2).

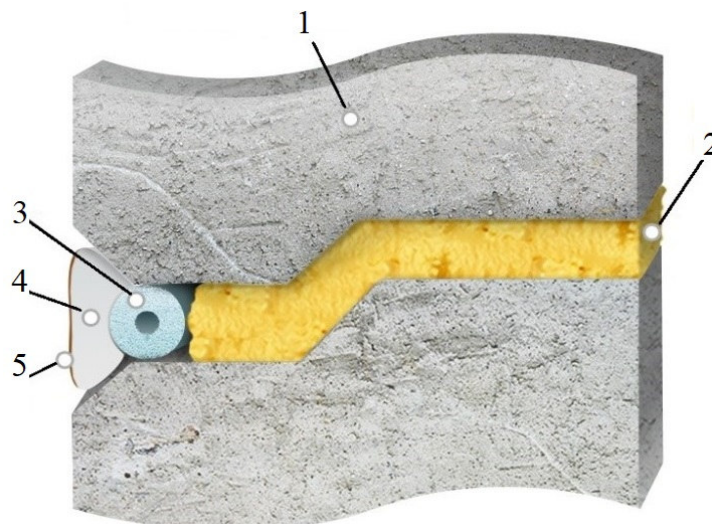


Рис. 2. Технология «теплый шов»: 1 – стеновая панель; 2 – монтажная пена; 3 – вилатерм; 4 – герметик; 5 – краска

Из практики использования различных типов герметиков, полиуретановый клей «Germaflex 1227» показал себя как наиболее эффективный. Он обладает отличной адгезией к бетону и позволяет получить плотное и прочное соединение.

Капитальный ремонт межпанельных швов включает в себя полную замену и герметизацию

изоляционной и гидроизоляционной системы. Сначала необходимо открыть и очистить швы между панелями от старого изоляционного материала, остатков гидроизоляции и герметика. Рабочие выполняют эти операции на высоте, находясь в подвешенном состоянии на специальных скамейках. Для удаления старого материала

используются ручные инструменты, такие как шпатели и резки.

Очистка межпанельных швов может производиться с использованием специализированных чистящих устройств, которые позволяют резать резину и пластик и удалять бетон из швов. Однако, работа с этими устройствами на высоте может быть неудобной и трудоемкой.

После очистки шва его полость промывается водой и заполняется монтажной пеной. Пока пена не затвердела, в шов вставляется прокладка из вспененного полиэтилена (например, «Вилатерм») или полипропилена («Пенофлекс»). Затем в прокладку также заливается монтажная пена, которая после затвердевания обрезается, чтобы верхний слой герметика не выступал над поверхностью фасада.

Нанесение герметика и его зачистка могут выполняться вручную или с использованием специального пистолета. Данная работа сложная и трудоемкая и требует значительной физической силы, так как монтажник за одну смену должен уложить несколько десятков цилиндрических прокладок. Поэтому, для герметиков нередко применяется старый способ с помощью шпателя. От качества и точности укладки слой герметика, зависит стабильность межпанельного уплотнения шва и его долговечность. Средний срок службы составляет около 10 лет.

После герметизации межпанельный шов должен быть обработан раствором гипса, защищающим полимер от морозов и окисления.

При выполнении работ по герметизации стыков стеновых панелей при новом строительстве предусматривается комплекс действий для обеспечения надежности и долговечности конструкции.

Перед началом работ проводится визуальный осмотр стыкуемых элементов на предмет повреждений, и при их обнаружении дефекты ремонтируются с использованием полимерцементных составов. Этот комплекс мероприятий гарантирует надежную герметизацию стыков стеновых панелей, что важно для обеспечения качественной защиты строения от внешних факторов.

Поверхности стыкуемых элементов до начала работ очищаются и обезжириваются. Для этого их высвобождают от избыточного раствора и грязи с использованием пневматических и электрических щёток, тряпок и сушильных приспособлений. После монтажа панелей этажа рекомендуется устанавливать уплотняющую прокладку. Они должны быть обжаты не более чем на 20–50 % от диаметра. При герметизации стыков стеновых панелей с устьями шириной менее 12 мм, разрешено использовать биостойкие материалы. Прокладки, применяемые для уплотнения

швов в устьях стыков, должны располагаться непрерывной линией без допуска разрывов. При укладке прокладок следует избегать натяжения и соединять их по длине клейкой лентой, используя при этом закругленный деревянный шпатель. Важно отметить, что работы по герметизации стыков следует выполнять при температурах не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Экономический эффект исследований можно оценить путем проведения соответствующих расчетов на примере 5-подъездного 10-этажного жилого здания строительным объемом отапливаемой части 54 тыс. м<sup>3</sup>. Среднерыночная стоимость тепловизионного обследования качества тепловой защиты 270 000 руб. для данного дома.

Расчеты выполнены для следующих условий:

- Расчетная температура внутреннего воздуха  $=21^{\circ}\text{C}$ .
- Фактическая температура наружного воздуха  $= -10^{\circ}\text{C}$ .
- Средняя фактическая температура наружного воздуха отопительного периода в году  $= -5,2^{\circ}\text{C}$ .
- Продолжительность отопительного периода в году для г. Казань  $= 215$  сут.
- Текущий тариф на тепловую энергию на 1 квартал 2023 г. составляет 1691,38 руб/Гкал.
- Периодичность капитального ремонта (согласно ВСН 58-88)  $= 20$  лет.

При проведении тепловизионного обследования качества тепловой защиты здания выявлены дефекты, определены размеры ущерба, вызванного дефектами и оценены траты на их устранение. Результаты обследования представлены в табл. 1.

Проведенное тепловизионное обследование здания позволило выявить основные проблемные участки, где существует ухудшение качества теплозащиты. Это означает, что в этих местах тепло легко проникает или уходит из здания, что приводит к дополнительным затратам на отопление.

Результаты расчетов, основанные на данных тепловизионного обследования, позволили оценить экономический эффект данного вмешательства. Дополнительные затраты на оплату тепла до проведения капитального ремонта из-за ухудшения качества теплозащиты и некомпенсированные устранением локальных дефектов составили 12 850 935,3 руб. Сравнив эту сумму с затратами на проведение тепловизионного обследования и последующее устранение выявленных дефектов в размере 4 091 500 руб., можно сделать вывод, что данные вложения оправданы.

Таблица 1

## Результаты тепловизионного обследования дефектов и оценка затрат на их устранение

	Требуемое сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> °С/Вт	Суммарная площадь дефектов, м <sup>2</sup>	Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> °С/Вт	Дополнительные потери тепла стыки конструкций, Гкал/год	Суммарные затраты на устранение нарушения, руб.
1. Дополнительные затраты на оплату тепла до капитального ремонта из-за ухудшения качества теплозащиты, некомпенсированные устранением локальных дефектов					
Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства строительных материалов и конструкций	3,45	8700	2,2	215,17	7 278 684,7
Локальное нарушение технологии монтажа и конструкций наружных стен		525		4,93	166 770,1
Общие дефекты, вызванные технологическими нарушениями производства стеклопакетов, используемых при заполнении световых проемов зданий	0,6	1940	0,47	136,36	4 612 731,5
Локальное нарушение монтажа оконных блоков, вызывающее повышенные теплопотери		129		23,435	792 749
Итого					12 850 935,3
2. Дополнительные затраты на устранение дефектов теплозащиты, приводящих к нарушению санитарно-гигиенических требований безопасности жилища					
Локальные нарушения технологии исполнения узлов стыков и примыканий конструкций стены	3,45	5250	2,2	-	3 571 500
Локальное нарушение технологии исполнения узлов примыканий и регулировки конструкций оконных блоков (500 шт.)	0,6	-	0,47	-	250 000
Итого					3 821 500

В долгосрочной перспективе затраты на тепловизионное обследование и устранение дефектов теплозащиты будут компенсированы сокращением издержек на излишнее отопление жилых зданий.

**Выводы.** На основании представленных данных в научной статье можно сделать следующие количественные выводы:

Процесс герметизации стыков стеновых панелей при строительстве включает несколько важных этапов, включая устройство изоляции швов, укладку прокладок в устья стыков и нанесение уплотнительной мастики. Важность герметизации подтверждается тем, что некачественная герметизация может привести к дополнительным затратам. Например, в статье упоминается, что дополнительные расходы на отопление до проведения капитального ремонта из-за ухудшения качества теплозащиты составили 12 850 935,3 руб. Сравнив эти затраты с расходами на тепловизионное обследование и последующее устранение выявленных дефектов в размере 4 091 500 руб., можно заключить, что вложения в улучшение теплоизоляции будут оправданы. Это означает, что эти вложения будут компенсированы сокращением издержек

на излишнее отопление жилых зданий в будущем.

Таким образом, правильная герметизация и теплоизоляция в строительстве могут привести к конкретным экономическим выгодам, что является важным аспектом как с точки зрения энергосбережения, так и с точки зрения оптимизации операционных расходов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламова Л.А., Рынкова М.В. Герметизация крупнопанельных жилых домов // Теория и практика современной науки. Минск. 2017. С. 20–26.
2. Новосельцева Е.Л., Шалагинова Н.В., Чарушина М.С. Повышение энергоэффективности стыков панельных домов новых и старых серий // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция ВГУ. Киров. 2017. С. 1640–1649.
3. Ткаченко Т.В. Герметизация Межпанельных швов в стеновых панелях // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития. Кемерово. 2017. С. 126–131.
4. Lozinsky C.H., Touchie M.F. Quantifying suite-level airtightness in newly constructed multi-unit residential buildings using guarded suite-level air leakage testing // Building and Environment.

2023. Vol. 236. P. 110273.  
DOI: 10.1016/j.buildenv.2023.110273.

5. Николаев С. В. Панельные и каркасные здания нового поколения // Жилищное строительство. 2013. № 8. С. 2–10.

6. Malakhova A., Davletbaeva D. The consideration of compliance of structural joints in calculation of large panel buildings // In E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 97. 04010.

7. Yang S., Cho H.M., Yun B.Y., Hong T., Kim S. Energy usage and cost analysis of passive thermal retrofits for low-rise residential buildings in Seoul // Renewable and Sustainable Energy Reviews 2021. Vol. 151. 111617. DOI:10.1016/j.rser.2021.111617.

8. Wardach M. Assessment of the degradation state of joints in large-panel buildings // Engineering Failure Analysis. 2023. Vol. 145. P. 107020. DOI:10.1016/j.engfailanal.2022.107020.

9. Knyziak P. The quality and reliability in the structural design, production, execution and maintenance of the precast residential buildings in Poland in the past and now // Key Engineering Materials. 2016. Vol. 691. P. 420–431.

10. Kokas B., Balogh J., Borsos A., Medvegy G. Bachmann B. Harmonization of structural and functional lifespans of prefabricated residential

buildings // Int. J. Des. Nat. Ecodynamics. 2020. Vol. 15(2). Pp. 161–165.

11. Лукманова Л.В., Мухаметрахимов Р.Х. Панельные здания с эффективным теплоизоляционным слоем и облицовкой // Ресурсо-энергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2016. № 7. С. 264–267.

12. Алексеева Е.А., Еремин К.И., Комов Е.П., Лебедев О.В., Поздняков В.С., Сеннович Д.В., Троицкий-Марков Р.Т. Практика проведения теплового неразрушающего контроля при энергетических обследованиях многоквартирных жилых домов // Наука и Безопасность. 2013. № 4(9). С. 93–125.

13. Овсянников С.Н., Максимов В.Б. Энергоэффективные наружные стеновые панели каркасно-панельных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 6. С. 107–114.

14. Данель В.В. Решение проблемы вертикальных стыков наружных стеновых панелей // Жилищное строительство. 2014. № 3. С. 44–45.

15. Варламова Л.А., Рыноква М.В. Герметизация крупнопанельных жилых домов // Теория и практика современной науки: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск. Минск: Навуковы свет, 2017. С. 20–26.

#### Информация об авторах

**Мавлюбердинов Азат Рашидович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительного производства. E-mail: mazatr73@mail.ru. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 420043, Казань, ул. Зеленая, д.1.

**Богданов Руслан Равильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительного производства. E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, 420043, Казань, ул. Зеленая, д.1.

**Сулейманова Людмила Александровна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства и городского хозяйства. E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила 02.10.2023 г.

© Мавлюбердинов А.Р., Богданов Р.Р., Сулейманова Л.А., 2023

<sup>1,\*</sup>Mavlyuberdinov A.R., <sup>1</sup>Bogdanov R.R., <sup>2</sup>Suleymanova L.A.

<sup>1</sup>Kazan State University of Architecture and Engineering

<sup>2</sup>Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

E-mail: mazatr73@mail.ru

## ON THE ISSUE OF SOLVING THE PROBLEM OF OPERATION OF PANEL BUILDINGS

**Abstract.** This article discusses issues related to the overhaul of large-panel residential buildings. The authors pay attention to a key aspect of this process, namely the repair of the joints of wall panels, as well as methods to identify places where the tightness of the seams in panel houses is broken. One of the important stages of the study is thermal imaging scanning, which allows you to accurately determine areas with the greatest heat loss and identify problem areas that require immediate intervention. The article also provides a brief description of the different types of sealants and their applications in the context of wall joint repairs. This is significant because choosing the right sealants and applying them correctly can greatly improve the

*effectiveness and longevity of a repair. The authors of the study emphasize not only the importance of proper repair of wall panel joints, but also the need to comply with building maintenance requirements and timely major repairs using high-quality materials. This is key to ensuring the durability of wall panel joints. Effective major renovations help create a favorable indoor microclimate and reduce energy costs, which is important not only from the point of view of improving living conditions, but also from an economic point of view in the modern construction industry.*

**Keywords:** *panel housing construction, panel joints, sealing, repairs, thermal imaging considerations.*

#### REFERENCES

1. Varlamova L.A., Rynkova M.V. Sealing of large-panel residential buildings [Germetizaciya krupnopanel'nyh zhilyh domov]. Teoriya i praktika sovremennoj nauki. Minsk. 2017. Pp. 20–26. (rus)
2. Novoseltseva E.L., Shalaginova N.V., Charushina M.S. Increasing the energy efficiency of joints of panel houses of new and old series [Povyshenie energoeffektivnosti stykov panel'nyh domov novyh i staryh serij]. Vserossijskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya VGU. Kirov. 2017. Pp. 1640–1649. (rus)
3. Tkachenko T.V. Sealing of interpanel seams in wall panels [Mezhpanel'nyh shvov v stenovyh panelyah]. Nauka, obrazovanie, obshchestvo: tendencii i perspektivy razvitiya. Kemerovo. 2017. Pp. 126–131. (rus)
4. Lozinsky C.H., Touchie M.F. Quantifying suite-level airtightness in newly constructed multi-unit residential buildings using guarded suite-level air leakage testing. Building and Environment. 2023. Vol. 236. 110273. DOI:10.1016/j.buildenv.2023.110273.
5. Nikolaev S.V. Panel and frame buildings of a new generation [Panel'nye i karkasnye zdaniya novogo pokoleniya]. Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2013. No. 8. Pp. 2–10. (rus)
6. Malakhova A., Davletbaeva D. The consideration of compliance of structural joints in calculation of large panel buildings. In E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 97. 04010.
7. Yang S., Cho H.M., Yun B.Y., Hong T., Kim S. Energy usage and cost analysis of passive thermal retrofits for low-rise residential buildings in Seoul. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021. Vol. 151. Pp. 111617. DOI:10.1016/j.rser.2021.111617.
8. Wardach M. Assessment of the degradation state of joints in large-panel buildings. Engineering Failure Analysis. 2023. Vol. 145. 107020. DOI:10.1016/j.engfailanal.2022.107020.
9. Knyziak P. The quality and reliability in the structural design, production, execution and maintenance of the precast residential buildings in Poland in the past and now. Key Engineering Materials. 2016. Vol. 691. Pp. 420–431.
10. Kokas B., Balogh J., Borsos A., Medvegy G., Bachmann B. Harmonization of structural and functional lifespans of prefabricated residential buildings. Int. J. Des. Nat. Ecodynamics. 2020. Vol. 15(2). Pp. 161–165.
11. Lukmanova L.V., Mukhametrakhimov R.Kh. Panel buildings with an effective thermal insulation layer and cladding [Panel'nye zdaniya s effektivnym teploizolyacionnym sloem i oblicovkoj]. Resursoenergoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona. 2016. No. 7. Pp. 264–267. (rus)
12. Alekseeva E.A., Eremin K.I., Komov E.P., Lebedev O.V., Pozdnyakov V.S., Sennovich D.V., Troitsky-Markov R.T. Practice of thermal non-destructive testing during energy inspections of multi-apartment residential buildings [Praktika provedeniya teplovogo nerazrushayushchego kontrolya pri energeticheskikh obsledovaniyakh mnogokvartirnyh zhilyh domov]. Nauka i Bezopasnost'. 2013. No. 4(9). Pp. 93–125. (rus)
13. Ovsyannikov S.N., Maksimov V.B. Energy-efficient external wall panels of frame-panel buildings [Energoeffektivnye naruzhnye stenovye paneli karkasno-panel'nyh zdaniy]. Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2018. No. 6. Pp. 107–114. (rus)
14. Danel V.V. Solving the problem of vertical joints of external wall panels [Reshenie problemy vertikal'nyh stykov naruzhnyh stenovyh panelej]. Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2014. No. 3. Pp. 44–45. (rus)
15. Varlamova L.A., Rynkova M.V. Sealing of large-panel residential buildings [Germetizaciya krupnopanel'nyh zhilyh domov]. Teoriya i praktika sovremennoj nauki: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk. Minsk: Navukova Svet, 2017. Pp. 20–26. (rus)

#### Information about the authors

**Mavlyuberdinov, Azat R.** PhD. E-mail: mazatr73@mail.ru. Kazan State University of Architecture and Engineering. Russia, 420043, Kazan, st. Zelenaya, 1

**Bogdanov, Ruslan R.** PhD. E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru. Kazan State University of Architecture and Engineering. Russia, 420043, Kazan, st. Zelenaya, 1

---

**Suleymanova Lyudmila A.** DSc, Professor, Head of the Department of Construction and Municipal Economy. E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru. Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received 02.10.2023*

**Для цитирования:**

Мавлюбердинов А.Р., Богданов Р.Р., Сулейманова Л.А. К вопросу решения проблем эксплуатации панельных зданий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. №11. С. 46–53. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-46-53

**For citation:**

Mavlyuberdinov A.R., Bogdanov R.R., Suleymanova L.A. On the issue of solving the problem of operation of panel buildings. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2023. No. 11. Pp. 46–53. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-11-46-53