Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2025, Том 17, № 2 / 2025, Vol. 17, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2025.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/45SAVN225.pdf

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Бызов, Н. И. Анализ организационно-технологических методов восстановления сборных ж/б зданий после внешних динамических воздействий / Н. И. Бызов, А. Е. Боровкова // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/45SAVN225.pdf.

For citation:
Byzov N.I., Borovkova A.E. Analysis of organizational and technological methods of restoration of prefabricated reinforced concrete buildings after external dynamic impacts. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(2): 45SAVN225. Available at: https://esj.today/PDF/45SAVN225.pdf. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 69.055

Бызов Никита Игоревич
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Преподаватель, аспирант
E-mail: ni949@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-4397-4939

Боровкова Анастасия Евгеньевна
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Аспирант
E-mail: Anastasik24@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8825-0888

Анализ организационно-технологических методов восстановления сборных ж/б зданий после внешних динамических воздействий

Аннотация. В данной авторы провели обширный анализ существующих организационно-технологических подходов к восстановлению жилых многоквартирных жилых домов из сборных железобетонных конструкций, пострадавших от внешних динамических воздействий, вызванных военными действиями на территориях Луганской и Донецкой Народных Республик. В статье отмечается, что актуальность исследования обусловлена острой необходимостью оперативного восстановления жилого фонда в условиях массовых разрушений, где традиционные подходы к ремонту и восстановлению демонстрируют низкую эффективность из-за недостаточной адаптации к особенностям постконфликтных территорий. Авторы выявили главные проблемы в применении существующих подходов: высокие затраты, длительные сроки работ, отсутствие квалифицированной рабочей силы, ограниченная надежность восстановленных конструкций и низкая адаптивность технологий к изменчивым условиям.

В статье рассматриваются технологии восстановления: армирование внедрением полимерных составов, армирование карбоновыми материалами, замена поврежденных участков бетона, ускоренное твердение бетона. Однако, как отмечают авторы, вышеуказанные технологии недостаточно учитывают особенности работы в условиях ограниченности ресурсов, транспортной изоляции и повышенных рисков, что влечет за собой снижение

качества и увеличение сроков реализации проекта. Также организационные аспекты — планирование, управление проектами, логистика и контроль качества — тоже испытывают ограничения: нехватка гибкости управления процессами, затруднения с поставкой материалов и недостаток подготовки специалистов дополняют проблем восстановления.

В данном исследовании предлагается использование гибких мобильных технологий, местных материалов, оптимизация логистики и применение модульных методов строительства и систем управления проектами для ускорения процесса. Также подчеркивается необходимость качественной подготовки рабочих посредством специализированного образования и привлечения экспертов для помощи в обучении местных специалистов.

Ключевые слова: динамические воздействия; организационно-технологические методы; повреждения; восстановительные работы; новые территории

Введение

Современный мир сталкивается с серьезными вызовами: локальные конфликты, природные катаклизмы и техногенные аварии приводят к масштабному разрушению инфраструктуры, включая жилые дома. Особенно остро эта проблема стоит в Луганской и Донецкой Народных Республиках, где многолетние боевые действия уничтожили значительную часть жилого фонда — речь идет о миллионах квадратных метров.

Существенную долю разрушенных построек составляют сборные железобетонные дома, возведенные в эпоху массового строительства в СССР. Несмотря на возраст, эти здания продолжают обеспечивать жильем сотни тысяч людей и остаются ключевым элементом жилого фонда региона.

Однако их восстановление после ударных и вибрационных нагрузок — сложная инженерная задача. Конструктивные особенности таких зданий, включая узлы сопряжения, типовые панельные элементы и ограниченную несущую способность стыков, требуют особого подхода. Ошибки в диагностике и выборе методов ремонта могут привести к снижению прочности, уменьшению срока эксплуатации и несоответствию современным требованиям безопасности.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью оперативного и эффективного восстановления жилищной инфраструктуры на территориях, пострадавших от внешних динамических воздействий, вызванных военными действиями. Значительную часть жилого фонда ЛНР и ДНР составляют сборные железобетонные жилые дома, однако их конструктивные особенности требуют особого подхода к восстановлению [1].

С одной стороны, недостаточная проработка организационно-технологических приемов проведения восстановительных работ в условиях массовых разрушений усложняет их проведение, увеличивает сроки и стоимость, а с другой — снижает качество конечного результата.

Разработка и реализация комплексной методики с учетом современных технологий, конструктивных особенностей зданий данного типа и особенностей эксплуатации на новых территориях значительно повысят общую эффективность восстановительных работ. Важным социальным аспектом является сохранение социальной значимости поставленной задачи, поскольку восстановление жилых домов является одним из важнейших шагов на пути к созданию справедливых условий для людей в пострадавших регионах.

Ключевые моменты актуальности исследования:

Масштаб разрушений и социальная значимость проблемы.

1. В ЛНР и ДНР разрушено более 30 % жилого фонда, причем свыше 60 % пострадавших зданий — это многоквартирные дома из сборного железобетона. Восстановление этих построек — приоритетная задача не только с точки зрения обеспечения граждан жильем, но и для стабилизации социально-экономической обстановки в регионе. Разрушенные дома тормозят восстановление городской инфраструктуры, а отсутствие надежного жилья усиливает миграцию и дестабилизирует ситуацию. Если не принимать своевременных мер, это может привести к гуманитарному кризису.

2. Большинство современных методик восстановления зданий разработаны для мирных условий, где строительные работы ведутся планомерно, без жестких ограничений по ресурсам и времени. В условиях разрушенной логистики, кадрового дефицита и бюджетных ограничений механическое перенесение зарубежных или общероссийских подходов оказывается неэффективным. Проблемы, мешающие восстановлению:

   2.1. Климатические условия — резкие температурные перепады, высокая влажность, возможная сейсмическая активность;

   2.2. Нарушенная логистика — поврежденные дороги, нехватка складских помещений, сложность доставки строительных материалов;

   2.3. Кадровый кризис — нехватка специалистов из-за эвакуации и разрушения системы профессионального образования;

   2.4. Бюджетные ограничения — финансирование ведется в условиях экономического кризиса.

3. Мировой опыт показывает, что использование устаревших технологий ремонта, таких как инъектирование трещин без предварительного усиления, не предотвращает накопление остаточных деформаций. Восстановленные здания остаются уязвимыми к повторным разрушениям — будь то афтершоки землетрясений, новые обстрелы или техногенные аварии. Без применения современных материалов (композиты, высокопрочные бетоны, предварительно напряженные системы) дома воспроизводят старые конструктивные дефекты, что снижает их сейсмостойкость и долговечность на 20–30 %.

4. Ограниченное финансирование вынуждает выбирать между двумя стратегиями:

   4.1. Капитальный ремонт отдельных домов — дорого, долго, но надежно;

   4.2. Временные решения — быстро и дешево, но с высоким риском повторных разрушений.

Отсутствие единой методики приводит к хаотичному сочетанию этих подходов: либо бюджетные средства расходуются неэффективно, либо люди получают ненадежное жилье, требующее ремонта уже через 3–5 лет.

Задачи исследования:

1. Изучить существующие технологические подходы к ремонту и усилению сборных железобетонных конструкций после внешних динамических воздействий.
2. Оценить эффективность применяемых организационных методов управления восстановительными работами в условиях постконфликтных территорий.
3. Выявить ключевые ограничения (по срокам, стоимости и качеству) традиционных методов восстановления.
4. Обосновать направления оптимизации за счет интеграции современных технологий, ресурсного планирования и кадрового обеспечения.
5. Сформировать концептуальные основы комплексной методики восстановления с учетом взаимного влияния технологических и организационных факторов.

Научно-техническая гипотеза состоит в предположении о возможности повысить эффективность производства восстановительных работ за счет разработки комплекса организационно-технологических решений.

Цель исследований — анализ существующих методов восстановления сборных железобетонных жилых зданий, оценка эффективности применяемых методов и последующее обоснование необходимости разработки комплексной методики организационно-технологических решений для восстановления.

Методы

Технологические подходы к восстановлению предполагают использование современных методов ремонта и усиления поврежденных элементов [2]. Основными направлениями являются восстановление после динамического воздействия (удары, взрывные и вибрационные нагрузки) и термическое воздействия [3–5]. Среди наиболее распространенных методов можно выделить инъекцию трещин и пустот полимерными составами для восстановления целостности конструкций [6]; использование углеродных волокнистых материалов для усиления несущих конструкций; замену или восстановление поврежденных участков бетона с использованием высокопрочных ремонтных составов [7]; устройство дополнительных несущих элементов для перераспределения нагрузок. Особое внимание уделяется ускоренному твердению бетона и быстрому набору прочности, что минимизирует сроки восстановления [8]. Эти подходы обеспечивают надежность, долговечность и приведение восстановленных конструкций в соответствие с современными требованиями.

Организационные методы проведения восстановительных работ представляют собой комплекс научно обоснованных подходов, направленных на повышение эффективности процессов [9] и включают в себя:

1. **Планирование и координация**: включает в себя разработку детализированных графиков выполнения работ, основанных на комплексном анализе типа и масштаба повреждений. При этом учитываются взаимосвязи между различными этапами восстановления, а также ресурсные ограничения и координация взаимодействий между участниками [10].

2. **Управление проектом**: использование гибких подходов к организации восстановительных работ, позволяющих оперативно реагировать на изменения в условиях кризиса. И включают в себя принцип модульности, предполагающий разделение работ на относительно независимые модули, что облегчает управление и контроль [11].

3. **Кадровое обеспечение**: привлечение высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми знаниями и опытом для выполнения специфических задач. Формирование мобильных экспертных групп позволяющих оперативно реагировать на возникающие проблемы и обеспечивать экспертную поддержку на местах для выполнения отдельных задач [12].

4. **Логистика и снабжение**: разрабатываются альтернативные маршруты доставки с учетом возможных транспортных ограничений. Создаются резервные запасы материалов и оборудования на складах, расположенных вблизи зоны восстановления. Используются системы мониторинга для отслеживания перемещения грузов. Разрабатываются планы действий в случае возникновения чрезвычайных и вероятности потери оборудования [13].

5. **Мониторинг и контроль**: разрабатываются ключевые показатели эффективности для оценки прогресса восстановления. Проводятся регулярные инспекции и аудиты качества выполненных работ. Используются статистические методы для анализа данных и выявления отклонений от плановых показателей. Создаются системы оповещения о возникновении рисков и проблем. Проводится своевременный пересмотр планов под воздействием внешних факторов [14; 15].

При использовании данных методов в условиях нестабильности и повышенных рисков [16] на новых территориях были выявлены следующие ограничения и недостатки [17]:

1. **Низкая адаптивность**: используемые методы обычно не адаптированы к конкретным условиям постконфликтных регионов, таким как нехватка ресурсов, высокий уровень опасности и политически нестабильные условия. Это приводит к снижению эффективности восстановления и увеличению затрат.

2. **Высокие затраты**: традиционные методы восстановления чрезвычайно дороги и требуют наличия большого количества ресурсов, что в условиях ограниченного бюджета может оказаться затруднительным. Чрезмерные затраты на материалы, оборудование и рабочую силу могут сделать восстановление экономически нецелесообразным.

3. **Длительные сроки**: процессы восстановления требуют времени из-за сложной координации между участниками, ограниченности ресурсов и необходимости выполнения работ в опасных условиях. Это может привести к задержке восстановления жилого фонда и увеличению периода переселения пострадавшего населения.

4. **Недостаток квалифицированных кадров**: восстановительные работы на сборных железобетонных зданиях требуют высокую квалификацию рабочего персонала. Однако в регионах, затронутых конфликтом, как правило, наблюдается недостаток в профессионально подготовленных специалистах, что приводит к снижению качества восстановительных работ, а также к увеличению вероятности повторного повреждения зданий.

5. **Ограниченная эффективность**: некоторые методы восстановления могут не обеспечить долгосрочную надежность восстановленных зданий. Это может быть вызвано использованием устаревших технологий, некачественных материалов или некомпетентностью исполнителей. В этом случае восстановленные здания могут не соответствовать современным требованиям безопасности и надежности.

Рассмотренные существующие методы восстановления сборных железобетонных зданий обладают значительными ограничениями. Эти недостатки существенно снижают эффективность восстановительных работ и замедляют процесс восстановления жилого фонда.

Однако, в настоящее время для борьбы с недостатками применяемых методов восстановления сборных железобетонных жилых зданий после внешних динамических воздействий уже можно использовать следующие подходы:

1. **Повышение адаптивности**: создание адаптивных методов, учитывающих конкретные разрушения и условия работы в постконфликтных ситуациях, является приоритетом. Это включает в себя использование мобильных технологий, которые минимизируют зависимость от передовой инфраструктуры, и использование простых, но эффективных методов укрепления и ремонта с использованием местных материалов [18].

2. **Снижение затрат**: использование новых технологий, предлагающих более быстрое и дешевое восстановление, лежит в основе решения проблемы высоких затрат на восстановление. Эта методика может включать в себя использование легких, но прочных композитных материалов, быстротвердеющие смеси бетона, упрощение цепочек поставок и внедрение систем инвентаризации. Использование местных ресурсов также может значительно сократить затраты.

3. **Сокращение сроков**: использование модульных технологий, параллельное выполнение работ и использование систем управления проектами могут значительно сократить время восстановления [19]. Эффективная координация между участниками процесса, своевременная доставка необходимых материалов и оборудования являются ключевыми факторами. Использование быстрых методов строительства также сокращает сроки.

4. **Повышение квалификации кадров**: необходимо организовать специальные курсы по современным методам восстановления железобетонных конструкций с учетом специфики работы в постконфликтных зонах. Также необходимо привлечение опытных специалистов из других регионов для проведения обучения местной рабочей силы [20].

5. **Повышение эффективности**: выбор наиболее подходящих методов восстановления для каждого конкретного случая в зависимости от вида и степени повреждения зданий обеспечит долгосрочную надежность восстановленных зданий. Необходимо внедрение контроля качества на всех этапах работ. Использование современных методов диагностики позволит оценить состояние конструкций и выбрать оптимальные методы их восстановления [21; 22].

Объединение предлагаемых стратегий в комплексной методики для повышения эффективности восстановления зданий на новых рынках необходимо по нескольким причинам. Во-первых, проблема многогранна и требует решения, которое рассматривает как единое целое, а не вносит единичный вклад в отдельные части. Каждая из слабых сторон — низкая адаптивность, высокая стоимость, длительные сроки выполнения, нехватка рабочей силы и узкая эффективность — является взаимодополняющей и усиливает влияние других.

Во-вторых, комплексный метод имеет синергетический эффект. Сочетание адаптивных технологий, оптимизации затрат и сроков выполнения, повышения квалификации персонала и использования эффективных методов восстановления дает эффект, намного превышающий отдельно принятые меры. Например, обучение местного персонала новым технологиям сократит затраты на привлечение специалистов из других регионов и ускорит работу.

Наконец, комплексная методика обеспечивает воспроизводимость и устойчивость результатов. Это рациональная система, которую можно использовать в разных условиях и на разных участках с повторяемым результатом и небольшим риском.

Результаты

Проведенный анализ организационно-технологических методов, станет основой для дальнейшего сравнения традиционных и инновационных организационно-технологических методов, а также наиболее эффективных решений, которые станут основой для создания комплексной методики организационно-технологических решений.

Данная методика будет способствовать повышению эффективности и результативности восстановительных работ на новых территориях, обеспечивая при этом надежность и долговечность восстановленных зданий.

Обсуждение

В ходе исследования были выявлены значительные ограничения и недостатки существующих организационно-технологических методов восстановления сборных железобетонных жилых зданий в постконфликтных зонах ЛНР и ДНР. Эти методы часто не адаптированы к специфическим условиям, что приводит к высоким затратам, длительным срокам выполнения работ и недостаточной надежности восстановленных конструкций. Поэтому разработка комплексной методики организационно-технологических решений, позволит оптимизировать срок проведения восстановительных работ, сократить финансовые затраты, а также повысить долговечность и надежность зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бызов Н.И., Погодин Д.А., Факторы, влияющие на результативность проведения восстановительных работ на новых территориях // Components of Scientific and Technological Progress. — 2024. — № 5(95). — С. 24–30.
2. Фахратов М.А., Аль-Джубари Х.А.М.С., Полосина К.В., Технологии информационного моделирования при формировании технологических процессов на выполнение монолитных конструкций объекта капитального строительства // Инженерный вестник дона. — 2023. — № 12. — С. 481–495.
3. Васильев Ю.М., Семенова Н.И. Влияние температурного воздействия на прочностные характеристики бетона и методы его восстановления. // Строительство и реконструкция. — 2015. — № 5. — С. 34–41.
4. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И., Крен как одна из важных характеристик при определении деформированного состояния и восстановлении эксплуатационной надежности здания // Инженерный вестник дона. — 2010. — № 3. — С. 67–79.
5. Лалин В.В., Ржевский В.Н. Анализ повреждений зданий из сборного железобетона при взрывных воздействиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2009. — № 8. — С. 68–70.
6. Абрамов И.П., Соколов В.Н. Исследование эффективности применения инъекционных составов на основе эпоксидных смол для восстановления целостности железобетонных конструкций после ударных воздействий. // Строительные материалы и технологии. — 2019. — № 4. — С. 56–63.
7. Егоров П.А., Шишкин А.Д. Исследование адгезионной прочности ремонтных составов к бетону различного возраста. // Вестник МГСУ. — 2018. — № 9. — С. 1075–1083.
8. Михайлов Г.С., Ковалев А.В. Опыт применения быстротвердеющих бетонных смесей при восстановлении жилых зданий после чрезвычайных ситуаций. // Бетон и железобетон — перспективы развития. — 2016. — № 3. — С. 102–109.
9. Зотов Б.И., Кравченко И.Н. Разработка системы показателей для оценки эффективности организационно-технологических решений при восстановлении зданий. // Известия вузов. Строительство. — 2022. — № 3. — С. 115–124.
10. Беляев В.С., Макаров И.П. Применение метода сетевого планирования при организации работ по восстановлению зданий. // Вестник гражданских инженеров. — 2021. — № 4. — С. 125–132.
11. Assem, A., Abdelmohsen, S. and Ezzeldin, M. Smart management of the reconstruction process of post-conflict cities // International Journal of Architectural Research Archnet-IJAR. — 2019. — № 4. — С. 325–343.
12. Федоров М.И., Лукин Е.С. Особенности формирования и управления мобильными бригадами для выполнения восстановительных работ. // Кадровый менеджмент в строительстве. — 2015. — № 2. — С. 41–48.
13. Гришин А.Н., Волков С.П. Разработка системы управления проектами восстановления жилого фонда на пострадавших территориях. // Управление проектами и программами. — 2017. — № 2. — С. 88–95.
14. Иванов И.И., Петров П.П. Применение BIM-технологий для оптимизации процессов восстановления зданий и сооружений. // Информационные технологии в строительстве. — 2021. — № 3. — С. 12–19.

15. Карпов А.В., Степанов Д.М. Информационное обеспечение процессов мониторинга и контроля качества при восстановлении зданий. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2020. — № 7-8. — С. 58–61.

16. Соловьев В.А. Анализ рисков при реализации проектов восстановления зданий в постконфликтных зонах. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций в строительстве. — 2018. — № 4. — С. 55–62.

17. Яковлев Л.В., Новиков В.А. Анализ зарубежного опыта восстановления жилых зданий после стихийных бедствий и техногенных катастроф. // Зарубежный опыт строительства. — 2015. — № 3. — С. 55–63.

18. Орлов В.В., Шульгин И.А. Разработка адаптивной методики восстановления зданий с учетом специфики региональных условий. // Региональная архитектура и строительство. — 2018. — № 3. — С. 77–84.

19. A. Kumar, R. Sharma, Retrofitting techniques for post-disaster housing rehabilitation. // Construction and Building Materials. — 2022.

20. Семенов К.А., Дмитриев А.Н. Методика оценки и повышения квалификации рабочих, занятых на восстановлении зданий. // Профессиональное образование в строительной отрасли. — 2019. — № 1. — С. 60–67.

21. Norling, B. Effective time management in post-disaster reconstruction // Australian and New Zealand Disaster and Emergency Management. — 2013. — С. 1–10.

22. Сидорова А.С. Методы оценки экономической эффективности различных вариантов восстановления поврежденных зданий. // Экономика строительства. — 2019. — № 5. — С. 67–74.

Byzov Nikita Igorevich
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: ni949@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-4397-4939

Borovkova Anastasiya Evgenevna
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Anastasik24@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8825-0888

Analysis of organizational and technological methods of restoration of prefabricated reinforced concrete buildings after external dynamic impacts

Abstract. In this paper the authors have conducted an extensive analysis of the existing organizational and technological approaches to the restoration of residential apartment buildings of prefabricated reinforced concrete structures damaged by external dynamic impacts caused by military actions in the territories of the Luhansk and Donetsk People's Republics. The article notes that the relevance of the study is due to the urgent need for prompt restoration of the housing stock in conditions of mass destruction, where traditional approaches to repair and restoration demonstrate low efficiency due to insufficient adaptation to the peculiarities of post-conflict territories. The authors have identified the main problems in the application of existing approaches: high costs, long work periods, lack of skilled labor, limited reliability of restored structures and low adaptability of technologies to changing conditions.

The article discusses rehabilitation technologies: reinforcement with polymer compositions, reinforcement with carbon materials, replacement of damaged concrete sections, and accelerated concrete curing. However, as the authors note, the above mentioned technologies do not sufficiently take into account the peculiarities of work in conditions of limited resources, transportation isolation and increased risks, which entails a decrease in quality and increase in project implementation time. Also organizational aspects — planning, project management, logistics and quality control — are also constrained: lack of flexibility in process management, difficulties in material supply and lack of training complement the remediation problems.

This study suggests the use of flexible mobile technologies, local materials, optimization of logistics and the use of modular construction methods and project management systems to speed up the process. It also emphasizes the need for quality training of workers through specialized education and the use of experts to help train local professionals.

Keywords: dynamic impacts; organizational and technological methods; damage; restoration works; new territories