

УДК 691.3

Хабибулова Полина Андреевна, студентка 2-го курса магистратуры,
Ульяновский Государственный Технический Университет, город Ульяновск

Научный руководитель: Тренгулова Элина Александровна, старший
преподаватель, кафедра "Промышленное и гражданское строительство".

Ульяновский Государственный Технический Университет,
город Ульяновск

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные направления модернизации технологий ресурсосберегающих конструкций в современном строительстве. Проанализированы инновационные материалы и методы, направленные на повышение энергоэффективности зданий и сооружений. Особое внимание уделено интеграции цифровых технологий в процессы проектирования и возведения объектов. Представлены результаты внедрения современных энергосберегающих решений и их экономическая эффективность. В статье рассматриваются актуальные вопросы модернизации технологий, применяемых при возведении ресурсосберегающих конструкций в промышленном и гражданском строительстве. Автором проанализированы традиционные и инновационные подходы к проектированию элементов зданий, направленные на снижение материалоемкости, энергопотребления и теплопотерь. Особое внимание уделено внедрению композитных материалов, вакуумной теплоизоляции и оптимизированных конструктивных схем. Предложена концепция модернизации, включающая комплексное использование вторичных ресурсов и цифровое моделирование.

Ключевые слова: ресурсосбережение, энергоэффективность, инновационные материалы, строительные технологии, модернизация конструкций.

Современное строительство переживает период активной трансформации, обусловленной необходимостью снижения энергопотребления и минимизации воздействия на окружающую среду. В условиях истощения природных ресурсов и роста энергодефицита особую актуальность приобретают технологии ресурсосберегающих конструкций. Модернизация существующих подходов к проектированию и строительству зданий позволяет не только сократить расходы на эксплуатацию объектов, но и обеспечить соответствие современным экологическим стандартам [4].

Рост стоимости энергоносителей (газ, электричество, тепло) делает эксплуатацию зданий с низким термическим сопротивлением стен и перекрытий экономически невыгодной. Модернизация конструкций позволяет снизить потери тепла на 40–60%, что напрямую сокращает эксплуатационные расходы. Строительство отвечает за ~40% мирового потребления энергии и ~30% выбросов CO₂. Ресурсосберегающие конструкции (использование переработанного бетона, древесины, шлаков, зол-уноса вместо цемента) снижают углеродный след. Модернизация технологий позволяет соответствовать международным стандартам «зеленого» строительства.

Цены на первичные материалы (песок, щебень, металл, лес) растут из-за ограниченности месторождений и транспортных расходов. Внедрение замкнутых технологий и применение вторичных агрегатов в несущих конструкциях снижает материалоемкость. Модернизация позволяет производить высокопрочные изделия с меньшим расходом материала (например, тонкостенные стальные конструкции или фибробетон).

В России огромный объем жилого фонда и промышленных зданий с морально устаревшими ограждающими конструкциями. Массовая реновация требует не сноса, а модернизации технологий ресурсосбережения (например, «мокрый фасад» с тонким слоем штукатурки или навесные вентилируемые фасады из вторсырья). Без этого капитальный ремонт не решит проблему теплопотерь.

Современные материалы (аэрогели, вакуумные изоляционные панели, РСМ-материалы с фазовым переходом) ранее были слишком дороги. Сейчас их производство дешевле. Переход к «умным» тонким конструкциям позволяет экономить полезную площадь внутри зданий при сохранении теплоэффективности. В РФ действуют требования ФЗ-261 «Об энергосбережении», ужесточаются СНиПы (СП 50.13330). Субсидии на капремонт и льготная ипотека на энергоэффективное жилье стимулируют спрос. Без модернизации технологий новые здания просто не пройдут госэкспертизу, а старые – не получают финансирования на ремонт [6].

Модернизация технологий ресурсосберегающих конструкций сегодня актуальна критически, так как это прямой путь к снижению себестоимости строительства за счет экономии материалов, снижению коммунальных платежей за счет энергоэффективности, выполнению климатических обязательств (Парижское соглашение).

Современные технологии развиваются в сторону интеллектуализации конструкций и перехода к экономике замкнутого цикла. Интеллектуальные и динамические конструкции представляют собой отход от статичных стен к фасадам, которые адаптируются к погоде. Разрабатываются многослойные стены с регулируемой теплозащитой (изменение воздушных зазоров или подача теплоносителя), а также конструкции с фазопереходными материалами, накапливающими тепло.

Циркулярная экономика и модульность основаны на проектировании с возможностью разбора. Это модульные блоки из био-полимеров и переработанного углеродного волокна, снижающие углеродный след на 30–40%, а также бетонные элементы, которые после службы можно вернуть на завод для переработки. Био- и низкоуглеродные материалы позволяют заменить цемент и металл на возобновляемое сырье и отходы. Например, австралийские инженеры создали материал на основе грунта и картонных отходов. Его углеродный след в 4 раза ниже, чем у бетона, а стоимость в 3 раза меньше.

Цифровые двойники зданий позволяют рассчитать экологичность еще на этапе чертежа. Благодаря автоматизации заводов создаются пустотные бетонные панели, которые используют на 14,6% меньше материала без потери прочности. Переход на новые технологии дает измеримые экологические и экономические результаты. Наибольший эффект дает не одна технология, а их синтез. Например, цифровое моделирование позволяет спроектировать здание с минимальным расходом материалов, заводская автоматизация точно производит эти детали, а модульная конструкция обеспечивает возможность будущего ремонта или переезда без сноса [5].

Развитие материаловедения открывает новые возможности для создания энергоэффективных и долговечных зданий. Одним из перспективных направлений является применение самовосстанавливающегося бетона, способного автоматически устранять микротрещины за счёт активности встроенных бактерий, продуцирующих известняк; это увеличивает срок службы конструкций и снижает потребность в частом ремонте. Существенный вклад в ресурсосбережение вносят высокоэффективные теплоизоляционные материалы, среди которых особое место занимает аэрогель с теплопроводностью порядка 0,013–0,014 Вт/(м·К), что в несколько раз ниже показателей традиционных утеплителей. В качестве конструкционного материала всё шире используется углеволокно, обладающее меньшей массой по сравнению с металлическими аналогами при сопоставимой прочности: оно на 75% легче железа и на 30% легче алюминия, что снижает нагрузку на несущие элементы и фундаменты, позволяя экономить материалы и ресурсы. Интерес представляют и решения, сочетающие экологичность и функциональность, например прозрачное дерево, которое сохраняет природное происхождение материала, но одновременно обеспечивает светопропускание и может применяться в ограждающих конструкциях для оптимизации естественного освещения [1].

Важным направлением модернизации является использование экологичных и возобновляемых материалов с низким углеродным следом. В

практике отечественного строительства реализуются безотходные технологии производства лицевого кирпича на основе зол теплоэлектростанций; такие решения позволяют одновременно уменьшать объём золошлаковых отходов, сокращать потребность в строительстве золоотвалов и снижать негативное воздействие на окружающую среду. Всё более широкое распространение получает массивная древесина в виде многослойных клеёных панелей, которая рассматривается как альтернатива традиционному железобетону: при сопоставимой несущей способности подобные конструкции обеспечивают лучшие теплоизоляционные свойства и меньшие выбросы диоксида углерода на стадии производства [2].

Внедрение новых технологий (таких как точное литье, холодное штампование или аддитивные технологии) привело к сокращению производственных отходов и переходу к безотходным или малоотходным циклам производства. Модернизация коснулась не только расхода сырья, но и энергозатрат. Применение ресурсосберегающих конструкций в зданиях (многослойные стены, тепловые экраны, рекуперация) обеспечило снижение теплотерь и эксплуатационных расходов. Разработанные технические решения позволяют адаптировать технологии под различные климатические и эксплуатационные условия без потери ресурсной эффективности.

Модернизация технологий привела к снижению себестоимости конечной продукции за счет уменьшения доли закупаемых первичных ресурсов и увеличения доли переработанных материалов (лом, отходы производства, местные заполнители). Внедрение ресурсосберегающих конструкций является ключевым фактором повышения конкурентоспособности предприятия в условиях роста цен на энергоносители и сырье. Модернизация технологий ресурсосберегающих конструкций позволила существенно сократить объем техногенных отходов, направляемых на полигоны, и уменьшить выбросы CO₂ за счет снижения энергоемкости производства. Разработанные конструктивные решения (модульные, разборные соединения вместо сварки/склеивания) обеспечивают возможность повторного использования элементов зданий и

сооружений после их демонтажа, реализуя принципы циркулярной экономики. Применение модернизированных конструкций не ухудшает параметры среды обитания человека (отсутствие вредных выбросов в процессе эксплуатации, низкая радиация и химическая инертность материалов). Модернизация технологий ресурсосберегающих конструкций является комплексной задачей, лежащей на стыке материаловедения, проектирования и производства [3].

Дальнейшее развитие промышленности невозможно без тотального перехода на модернизированные ресурсосберегающие конструкции, так как это одновременно решает задачи экономии бюджета, сохранения ресурсов и экологической безопасности.

Перспективы развития технологий ресурсосберегающих конструкций в горизонте до 2030 года связаны с дальнейшим внедрением интеллектуальных систем управления, адаптивных материалов и принципов циркулярной экономики. Концепция «умных зданий» предполагает широкое использование сети датчиков, контроллеров и аналитических платформ на базе технологий Интернета вещей, благодаря чему обеспечивается автоматическая адаптация режимов работы инженерных систем к текущим условиям эксплуатации, фактическому присутствию людей и прогнозируемой нагрузке. Применение алгоритмов машинного обучения позволяет заранее оценивать потребление энергии, выявлять аномальные режимы и формировать оптимальные сценарии управления, что даёт дополнительную экономию до четверти энергоресурсов без ухудшения комфортности среды. Параллельно развиваются адаптивные конструкции, способные динамически изменять свои свойства: ведутся исследования термохромных покрытий, меняющих коэффициент отражения солнечного излучения в зависимости от температуры, элементов с регулируемой теплопроводностью и конструкций с переменной геометрией, которая оптимизирует доступ естественного света и использование солнечной энергии [3].

Таким образом, модернизация технологий ресурсосберегающих конструкций представляет собой комплексный процесс, включающий

разработку и внедрение инновационных материалов, повышение энергоэффективности ограждающих и несущих элементов, интеграцию возобновляемых источников энергии, цифровизацию проектирования и строительства, а также развитие интеллектуальных систем управления. Ключевыми условиями успешной реализации потенциала ресурсосбережения являются поддержка научных исследований, совершенствование нормативной базы, стимулирующей внедрение энергоэффективных технологий, и повышение квалификации специалистов строительной отрасли.

Список использованной литературы

1. Алексеева Н.А. Ресурсосберегающие организационно-технологические световые решения для жилищно-коммунального хозяйства // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2021. № 4 (47). С. 5–11.
2. Колотырин К.П., Богатырев С.А., Рудик Ф.Я. Использование новой ресурсосберегающей технологии в производственном процессе // Экономика в промышленности. 2020. Т. 13. № 4. С. 494–502.
3. Котенко И.А., Негра П.В. Ресурсосберегающие технологии в архитектуре // Вестник Института природных монополий. 2017. № 3. С. 54–62.
4. Михеев Г.В. Инженерные и архитектурные технологии проектирования зданий с учетом климатических особенностей территории // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 1. С. 9.
5. Михеев Г.В. Формирование и реализация методов строительства малоэтажных зданий с использованием энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/25SAVN322.pdf> (дата обращения: 16.03.2026).
6. Чесноков А.Г. К вопросу о ресурсосбережении в строительстве России. URL: <http://www.glassinfo.ru/> (дата обращения: 16.03.2026).