

5 Обеспечение безопасности: ИИ может использоваться для обеспечения безопасности зданий и сооружений, включая системы видеонаблюдения и распознавания лиц. Это поможет обнаружить подозрительную активность и предотвратить преступления.

Следует чётко выделить преимущества применения ИИ в строительстве зданий и сооружений:

1 Автоматизация процессов проектирования: использование ИИ позволяет создавать автоматические системы, которые могут генерировать оптимальные и инновационные решения для различных типов зданий и сооружений. Это помогает сократить время и затраты на проектирование, а также повысить его качество.

2 Улучшение точности и надёжности: ИИ может анализировать большие объёмы данных и предсказывать возможные проблемы и дефекты в проекте. Это позволяет выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях проектирования и предпринять меры по их устранению. Таким образом, улучшается точность и надёжность проекта.

3 Оптимизация использования ресурсов: ИИ может анализировать данные о материалах, их стоимости, сроках выполнения работ, чтобы оптимизировать использование ресурсов. Это позволяет снизить затраты на строительство и улучшить эффективность проекта.

Однако, несмотря на все преимущества использования ИИ, существует ряд недостатков и рисков:

1 Недостаток качественных данных: использование ИИ требует качественных, достоверных данных. Без правильных данных ИИ может давать ошибочные или ненадёжные результаты. Данный недостаток подчёркивает необходимость наличия достоверной информации для корректной работы, сбору которой требуется особое внимание.

2 Ограничение влияния человеческого фактора: ИИ может быть полезным инструментом, но он никогда не заменит экспертизу. Окончательное решение всегда должен принимать человек, опираясь на опыт и знания.

3 Безопасность данных: применение ИИ в проектировании требует обработки большого объёма данных, включая конфиденциальную информацию. Поэтому необходимо обеспечить надёжную защиту данных от несанкционированного доступа и взлома.

4 Уменьшение числа рабочих мест: при использовании ИИ уменьшается число необходимого штата архитекторов и проектировщиков, что рождает безработицу в данной сфере.

Одним из примеров применения ИИ в строительстве является французский стартап «SpareParts 3D». Данная программа использует алгоритмы ИИ для преобразования 2D чертежей и схем в полноценные 3D модели. Такой подход позволяет объединять множество обособленных файлов в одну более удобную для чтения систему. Бета версия программы есть в свободном доступе, что позволяет всем желающим опробовать ее самостоятельно.

Таким образом, применение ИИ в строительстве в Республике Беларусь может значительно улучшить и ускорить множество процессов производства и контроля безопасности. Однако существуют ограничения, обусловленные недостатками самой технологии. Для успешного внедрения необходимо разработать стратегию с учетом специфики рынка и потребностей.

Список литературы

1 Применение искусственного интеллекта в системах диагностики оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://mecha-ai.ru/integracija-ii-v-mehatronicheskie-sistemy/primenenie_iskusstvennogo_intellekta_v_sistemah_diagnostiki_oborudovanija/. – Дата доступа : 15.08.2024.

2 Как искусственный интеллект меняет строительную отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.npoekt.ru/usileniye/repair/22.html>. – Дата доступа : 15.08.2024.

3 Theia Beta Program 2D to 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://spare-parts-3d.com/theia-beta/>. – Дата доступа : 15.08.2024.

УДК 691.32:624.046

О ПРИМЕНЕНИИ УГЛЕБЕТОНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

Д. А. ГАПОНЕНКО, Т. В. ЯШИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Композиционные материалы с армированием углеродными волокнами известны давно и сегодня широко используются в разных отраслях, таких как авиация и автомобилестроение (например, конструкции самолетов, кузовные детали автомобилей и т. п.) [1].

Инновационный строительный материал – углебетон – является аналогом традиционного железобетона, но в отличие от него он легче и прочнее благодаря использованию углеволоконной арматуры вместо стальной. В нем применяются специализированные текстильные материалы, называемые углетканями, которые изготовлены из нетканых полотен, создаваемых на вязально-прошивных машинах. Толщина одной нити составляет примерно 5–10 мкм, а пятьдесят тысяч таких волокон объединяются в одну комплексную нить. Из этой нити формируется углеволоконный текстиль, который находит применение в бетонных изделиях.

Свойства углебетона обусловлены уникальной структурой углеродных волокон. Плотность углебетона варьируется в пределах 1800–2400 кг/м³. Специальная кристаллическая решетка придаёт этому материалу исключительную прочность на растяжение, которая в четыре раза превышает прочность стали. При этом его плотность значительно ниже, чем у металлических материалов, что делает легче строительные конструкции.

Комбинируя традиционный бетон с углеволокном, создают материал, который по своим техническим характеристикам превосходит любые типы обычного бетона [2]. Из углебетона можно изготавливать плиты. А применение нержавеющей углеродной арматуры (угольных стержней или решеток) позволит заменить стальную арматуру на нержавеющую, создавая углебетон и продлевая тем самым срок службы строительных конструкций.

Углебетонные плиты производятся двумя основными методами:

- на первом этапе укладывается углетекстиль в несколько слоев, после чего происходит заливка бетоном до достижения необходимой толщины плиты;
- второй метод заключается в заливке бетона в подготовленную форму, в которую заранее помещается углеродное волокно.

При применении обоих методов необходимо обеспечивать качественное сцепление между углеродным изделием и бетоном, поскольку композит, имеющий решетчатую структуру, имеет недостаточную адгезию. Для улучшения этого показателя на армирующий материал наносят специальное покрытие.

Долговечность и высокая прочность углебетона объясняются тем, что в процессе его создания не используется металлическая арматура. Коррозия арматуры зачастую приводит к разрушению бетонных конструкций. Ржавчина, проникающая внутрь бетона, вызывает образование микротрещин, которые со временем заполняются влагой и воздухом, что в итоге ухудшает прочность и снижает долговечность конструкции. В отличие от металлической арматуры, углеродные волокна не подвержены коррозии, что значительно увеличивает срок эксплуатации углебетонных изделий и повышает их надежность и долговечность.

Использование возможности 3D печати в сочетании с углебетоном позволяет значительно сократить время на строительство и минимизировать отходы. Это технологическое усовершенствование открывает двери для инновационных строительных методов и реализации сложных архитектурных решений, которые ранее были трудными или невозможными. Таким образом, углебетон не только поддерживает устойчивое развитие, но и способствует созданию технологий, которые меняют подходы к строительству.

Углеродная арматура состоит из углеродного волокна и терморезактивной синтетической смолы в качестве связующего. Изготавливают углеродную арматуру методом пултрузии, то есть протягиванием пропитанных смолой волокон через нагретую формующую фильеру.

Дополнительно можно отметить ряд преимущественных свойств:

- небольшая масса, что уменьшает нагрузку на несущие конструктивные элементы;
- для углеволокна не требуется защитный бетонный слой, что снижает расход материалов и трудозатрат;
- производить легкие и прочные плиты можно в облегченном варианте, т. е. минимальной толщины;
- экологичность и безопасность при производстве, отсутствие токсичных веществ;
- возможность изготовления тонких элементов и облегченных конструкций сложной геометрии с высокими прочностными характеристиками [2].

Отмечают, что прочность на разрыв до 5 раз выше прочностных характеристик стальной арматуры; показатель предела прочности металлической арматуры – 390 МПа, композитной – не менее 2000 МПа; модуль упругости при растяжении – не менее 130 ГПа, разрушающее напряжение при растяжении – не менее 1,6 ГПа [3].

Кроме того, углебетон обладает низкой теплопроводностью, что делает его эффективным теплоизолятором. Это свойство значительно способствует энергосбережению в зданиях, снижая потреб-

ление энергии для отопления и кондиционирования. Влажностные и атмосферные воздействия не оказывают значительное влияние на его характеристики, что позволяет использовать углебетон в самых различных климатических условиях [3].

Ключевыми компонентами углебетона являются специальные добавки, которые улучшают его физико-механические характеристики и предотвращают образование трещин при воздействии низких температур. Кроме того, высокая плотность и низкое водопоглощение способствуют долговечности материала, что особенно важно для конструкций, подверженных воздействию атмосферных осадков и других агрессивных факторов [4].

Эти преимущества способствуют ускорению выполнения строительных работ, продлению срока службы объектов транспортной инфраструктуры, а значит надежности и безопасности зданий на транспорте. Есть пока и недостаток – высокая стоимость.

С учетом технических и эксплуатационных характеристик углебетона можно утверждать, что расходы могут быть оправданы, ведь не только сокращаются сроки строительства, но и исключаются преждевременные дорогостоящие ремонты.

Углебетонные изделия могут найти применение при ремонтно-восстановительных работах на ответственных объектах транспортной инфраструктуры, при ремонте железобетонных мостовых конструкций, опор, конструктивных элементов метро. При реконструкции старых уникальных зданий (вокзалов, аэропортов, придорожных гостиниц и т. п.) применение углебетонных изделий позволит не только ускорить работу, но и придать высокую прочность и надежность конструкциям, и тем самым продлить долговечность уникальных зданий.

Безусловно, с учетом высокой пока стоимости область применения углебетона ограничивается ответственными несущими конструкциями как при новом строительстве, так и при ремонтных работах. Применение углебетона наблюдается преимущественно при реконструкции старых зданий. Плиты, обладающие высокой прочностью и малой толщиной, способствуют восстановлению несущих элементов, повышают надежность строений и обеспечивают их безопасность и тем самым становятся исключительно востребованы для зданий и сооружений на транспорте, требующих ремонтно-восстановительных работ.

При проектировании зданий и сооружений с повышенными требованиями надежности и безопасности (вокзальных комплексов, аэропортов и т. п.) с использованием углебетона архитекторы и инженеры получают возможность создавать оригинальные, более легкие, изящные, эстетичные современные конструкции, сохраняя при этом высокие прочностные характеристики; применять креативный дизайнерский подход в проектировании, интегрируя более сложные формы и элементы в архитектурные проекты.

Список литературы

- 1 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-31.10-182. Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit TUDALIT (Textilbewehrter Beton). Deutsches Institut für Bautechnik.
- 2 Углебетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://argo-project.ru/articles/articles_599.html. – Дата доступа : 05.09.2024.
- 3 Современная российская наука [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2022/05/МК-1405.pdf#page=13>. – Дата доступа : 01.09.2024.
- 4 Углебетон – стройматериал будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sml-46.ru/stati/item/35-7-staty-a-s-beton>. – Дата доступа : 01.09.2024.
- 5 Carbon concrete – prospects for the construction industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plandi.ru/blog/articles/uglerodisty-i-beton-perspektivy-dlya-stroitelnoi-otrasli/317>. – Дата доступа : 11.08.2024.

УДК 69.059.4

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В. А. ДОЛЯ, О. Н. КОНОВАЛОВА, А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В нашей стране ежегодно возводятся и вводятся в эксплуатацию сотни зданий и сооружений. Значительно большее количество уже эксплуатируется различные сроки в разных эксплуатационных условиях. Конструкции эксплуатируемых зданий и сооружений находятся в различных технических состояниях.