

Бетон будущего: как «энергетические конструкции» могут заменить привычные батареи



Дата публикации: 03.10.2025

Бетон, на протяжении веков остающийся основным строительным материалом цивилизации, теперь получил совершенно новое измерение — способность накапливать и отдавать энергию. Исследователи Массачусетского технологического института представили инновационный электропроводящий углеродный бетон EC³ (Electrically Conductive Carbon Cement Concrete), который может работать как суперконденсатор. Это открытие обещает радикально изменить представление о строительных конструкциях, превратив их в функциональные элементы энергетической инфраструктуры.

Новый материал создаётся из цемента, воды, наночастиц углерода (ультратонкой сажи) и электролита. Внутри формируется сложная проводящая наносеть, которая позволяет бетону выполнять двойную задачу: сохранять механическую прочность и одновременно работать как накопитель энергии. С помощью улучшенных электролитов и оптимизированных производственных процессов энергоёмкость таких суперконденсаторов удалось увеличить в десять

раз.

Ранее для обеспечения энергией среднего дома требовалось около 45 кубических метров ЕС³, что сопоставимо с объёмом бетонного подвала. Теперь благодаря усовершенствованиям достаточно 5 кубических метров, то есть объёма одной стены. Один кубический метр бетона нового поколения способен хранить свыше 2 киловатт-часов — этого хватает для питания холодильника в течение суток.

Прорыв стал возможен благодаря углублённому изучению того, как наносеть взаимодействует с электролитом. При помощи FIB-SEM-томографии исследователи реконструировали структуру ЕС³ с высоким разрешением и показали, что проводящая сеть имеет фракталоподобный характер, окружая поры материала и обеспечивая проникновение электролита. Это открытие позволило подобрать оптимальные электролиты, включая органические растворы и даже морскую воду, что делает материал пригодным для использования в морских условиях, например, для опор ветряных электростанций.

Технология имеет широкие перспективы применения. Возможные сценарии включают: стены и фундаменты домов, которые смогут обеспечивать автономное электроснабжение; дороги и парковки, которые будут заряжать электромобили; тротуары, способные подогреваться без реагентов зимой; мосты и своды, контролирующие собственное состояние через колебания напряжения; прибрежные сооружения, сочетающие долговечность и возможность хранения энергии.

Архитектурный потенциал тоже впечатляет. Бетон способен одновременно служить конструкцией и батареей. Прототип в виде арки, созданный учёными MIT, выдерживал нагрузку и параллельно питал светодиод. Причём изменение напряжения при увеличении нагрузки вызвало мерцание света, что намекает на возможность самоконтроля конструкции. В будущем здания из ЕС³ смогут «сообщать» о состоянии своих элементов в реальном времени.

Устойчивость к износу и долговечность бетона делают его отличной альтернативой традиционным аккумуляторам, которые часто содержат дефицитные и токсичные материалы. В отличие от них ЕС³ можно интегрировать прямо в архитектуру, а срок его службы будет соответствовать сроку существования самой конструкции.

Совмещение древних традиций строительства и новейшей нанонауки создаёт основу для новой эры энергетической архитектуры. Подобно тому, как римский Пантеон до сих пор стоит без арматуры, бетон будущего сможет не только

поддерживать здания и мосты, но и снабжать их энергией. Эта технология открывает путь к городам, где инфраструктура станет источником питания для жителей, транспорта и целых районов.

Таким образом, ЕС³ — это не просто строительный материал, а шаг к созданию автономных энергетических систем, где каждое здание и каждая дорога будут играть роль «живой батареи».

Ссылка: «Углеродцементные суперконденсаторы высокой плотности для архитектурного хранения энергии» DOI: [10.1073/pnas.2511912122](https://doi.org/10.1073/pnas.2511912122).