

Базальт вместо известняка: ученые нашли способ резко сократить выбросы CO₂ при производстве цемента



Дата публикации: 19.05.2026

Цемент редко оказывается в центре обсуждений климатических проблем, хотя именно эта отрасль считается одним из крупнейших промышленных источников выбросов углекислого газа в мире. По объему выбросов производство цемента сопоставимо со всеми легковыми автомобилями планеты вместе взятыми. Теперь ученые предлагают неожиданное решение этой проблемы — заменить известняк, который используется в производстве цемента более века, на богатые кальцием силикатные породы, такие как базальт и габбро. Новый подход способен не только резко сократить выбросы CO₂, но и снизить энергозатраты всей отрасли.

Исследование, проведенное геологами Калифорнийского университета в Санта-Барбаре совместно со специалистами компании Brimstone Energy, показало, что производство портландцемента из силикатных пород теоретически может потребовать менее 60% энергии по сравнению с традиционной технологией на основе известняка. При этом выбросы углекислого газа способны

сократиться более чем на 80%.

Портландцемент является основой современного строительства. Именно он используется для производства бетона, который применяется практически во всех зданиях, дорогах, мостах, плотинах и инженерных сооружениях. Несмотря на кажущуюся простоту, производство цемента считается одним из самых энергоемких промышленных процессов на Земле.

Главная проблема связана с известняком — основной породой, из которой получают кальций для цемента. Известняк состоит преимущественно из карбоната кальция. Для получения оксида кальция его необходимо нагревать до температуры свыше 1500 градусов Цельсия. Во время этого процесса углерод и кислород высвобождаются в виде углекислого газа.

В результате на каждую тонну произведенного цемента приходится около 500 килограммов прямых выбросов CO₂ только из-за химической реакции разложения известняка. Дополнительно выбросы возникают из-за огромного количества топлива, необходимого для нагрева печей.

Именно поэтому цементная промышленность сегодня отвечает примерно за 4–8% мировых выбросов парниковых газов. При этом спрос на цемент продолжает расти вместе с урбанизацией и строительством инфраструктуры.

Авторы нового исследования решили подойти к проблеме с другой стороны: вместо поиска способов улавливать выбросы углекислого газа они предложили полностью отказаться от исходного сырья, содержащего углерод.

Базальт и габбро представляют собой силикатные породы вулканического происхождения. Они также содержат большое количество кальция, однако в отличие от известняка практически не содержат углерода. Это означает, что при их переработке не происходит массового выделения CO₂ в атмосферу.

Исследователи проанализировали мировые геологические данные и пришли к выводу, что запасы подобных пород практически неисчерпаемы. По расчетам ученых, существующих объемов базальта хватит на сотни тысяч лет производства цемента при нынешнем уровне потребления.

Особенно интересными оказались расчеты энергетической эффективности. Теоретически минимальные энергозатраты при использовании силикатных пород составляют менее 60% от затрат традиционного процесса. При использовании природного газа в качестве источника энергии выбросы CO₂ могут сократиться с 609 килограммов до примерно 50 килограммов на тонну цемента в зависимости от типа породы.

Даже без глубокой оптимизации новый подход уже способен уменьшить выбросы более чем на четверть по сравнению с современной технологией производства цемента.

Ученые также обнаружили дополнительное преимущество силикатных пород. Базальт содержит не только кальций, но и большое количество железа, алюминия и других ценных элементов. Это открывает возможность комплексной переработки одного сырья сразу для нескольких отраслей.

Например, соотношение кальция и железа в базальте почти идеально соответствует современным потребностям человечества в цементе и стали. Иными словами, одна и та же порода потенциально может использоваться одновременно для производства строительных материалов и металлургии.

Кроме того, базальт содержит значительно больше алюминия, чем требуется промышленности сегодня. Это может создать дополнительные экономические преимущества и снизить количество отходов.

Такой подход соответствует принципам циркулярной экономики, при которой сырье используется максимально эффективно, а побочные продукты становятся ресурсами для других отраслей.

Несмотря на перспективность технологии, ученые признают, что переход на новый тип производства будет непростым. Современная строительная индустрия десятилетиями строилась вокруг традиционного портландцемента. Все стандарты, технологии строительства, расчеты прочности и производственные цепочки адаптированы именно под него.

Кроме того, цемент остается относительно дешевым материалом — его стоимость составляет около 150 долларов за тонну. Любая новая технология должна не только быть экологичной, но и экономически конкурентоспособной.

Именно поэтому исследователи делают ставку не на создание принципиально нового материала, а на производство того же самого портландцемента, но из другого сырья. Такой подход позволяет сохранить существующие строительные стандарты и упростить внедрение технологии.

В последние десятилетия уже появлялись альтернативные низкоуглеродные цементы, однако большинство из них сталкивались с проблемами совместимости, стоимости или отсутствия инфраструктуры. Новый метод потенциально может избежать этих трудностей.

Авторы исследования считают, что цементная промышленность обладает огромным скрытым потенциалом для декарбонизации. По масштабу влияния на

климат сокращение выбросов в этой отрасли может оказаться сопоставимым с переходом мировой автомобильной индустрии на экологичный транспорт.

Сейчас специалисты компании Brimstone Energy продолжают работу над коммерческим внедрением технологии. Исследователи надеются, что дальнейшие эксперименты помогут повысить эффективность переработки силикатных пород и сделать новый цемент экономически привлекательным для мировой строительной отрасли.

Современная борьба с изменением климата постепенно выходит далеко за пределы электромобилей и солнечных панелей. Все больше внимания ученые уделяют тяжелой промышленности — цементу, стали, химическому производству и другим секторам, которые долгое время считались практически невозможными для декарбонизации.

Новая технология показывает, что даже такие консервативные отрасли могут получить шанс на радикальное сокращение выбросов без отказа от привычных материалов и инфраструктуры.

Ссылка: «Кальций, полученный из силикатов, как путь к низкоуглеродистому портландцементу» DOI: [10.1038/s44458-026-00056-4](https://doi.org/10.1038/s44458-026-00056-4).