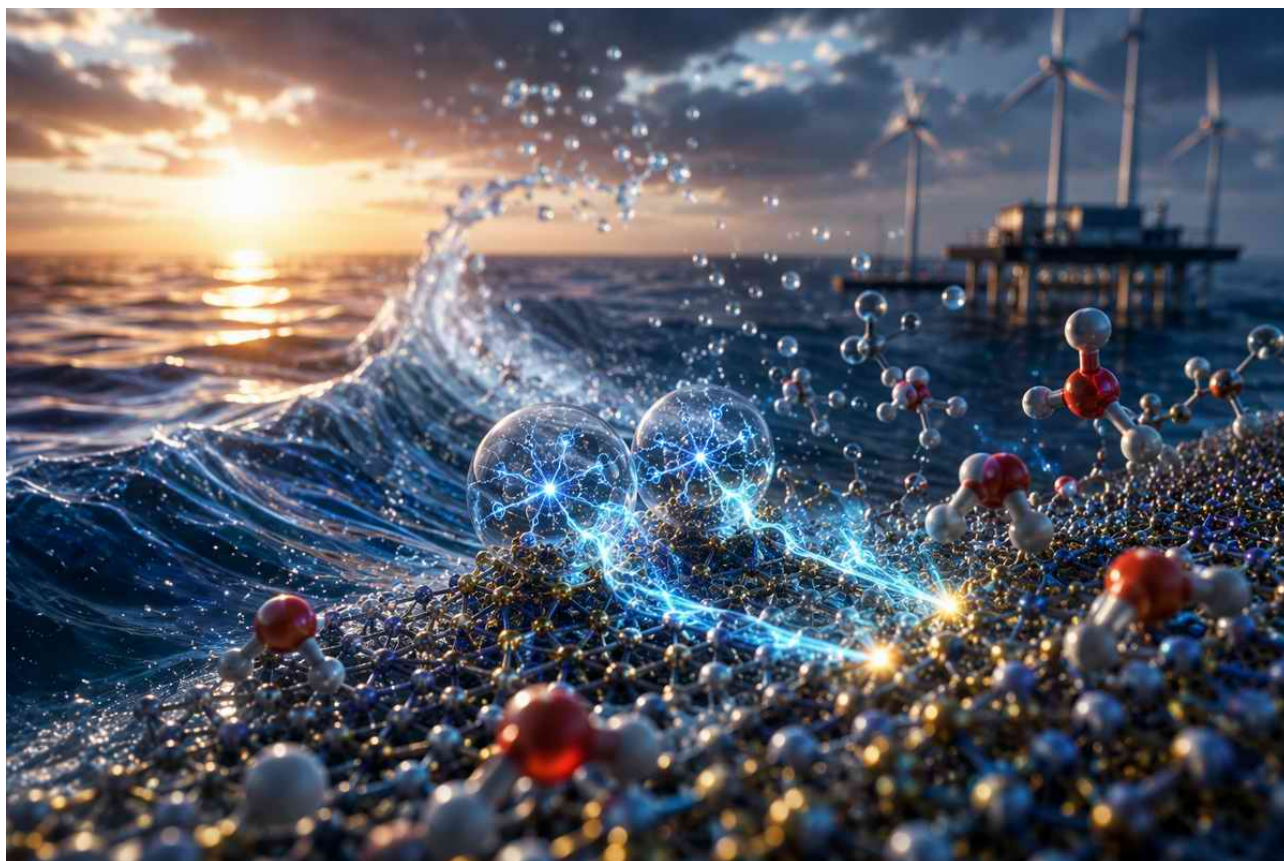


Ученые научились превращать вибрации в водород и перекись водорода: новый шаг к экологически чистой энергетике



Дата публикации: 21.07.2026

Человечество окружено бесконечным количеством механических колебаний. Морские волны, течение рек, работа транспортных систем, насосных станций, очистных сооружений и промышленного оборудования постоянно создают вибрации, которые сегодня практически никак не используются. Между тем ученые все чаще рассматривают их как потенциальный источник энергии нового поколения. Исследовательская группа Городского университета Гонконга представила технологию, которая позволяет превращать обычные механические вибрации в химическую энергию, используя их для получения экологически чистого водорода и перекиси водорода непосредственно из воды.

Разработка основана на быстро развивающемся научном направлении, известном как пьезосинтез. В его основе лежит способность некоторых материалов вырабатывать электрический заряд при механическом воздействии. Если такой материал сжимается, изгибается или подвергается вибрациям, внутри него возникает электрическая поляризация, которая может запускать

химические реакции без необходимости подключения внешнего источника питания.

Именно эту особенность исследователи решили использовать для решения сразу нескольких важных задач современной энергетики и экологии. Вместо того чтобы просто преобразовывать механическую энергию в электричество, как это делают традиционные пьезоэлектрические генераторы, ученые направили возникающие электрические заряды непосредственно на химические реакции, происходящие в воде.

Главной проблемой подобных технологий долгое время оставалась крайне низкая эффективность. После возникновения положительные и отрицательные заряды очень быстро рекомбинируют, практически мгновенно нейтрализуя друг друга. В результате лишь небольшая часть энергии успевает принять участие в химических процессах. Именно поиск способов сохранить и эффективно разделить эти заряды сегодня считается одной из важнейших задач в области пьезокатализа.

Исследователи из Гонконга предложили сразу несколько инженерных решений. Для получения водорода была создана новая пьезоэлектрическая система на основе феррита висмута. Благодаря контролируемому легированию кристаллической структуры и использованию специальных сокатализаторов удалось значительно улучшить разделение зарядов и ускорить перенос электронов к активным поверхностным центрам материала.

Результат оказался весьма впечатляющим. По сравнению с исходным материалом новая конструкция обеспечила увеличение эффективности производства водорода примерно в шестнадцать раз. Это означает, что значительно большая часть энергии механических колебаний начинает использоваться для расщепления молекул воды и выделения водорода — одного из наиболее перспективных видов экологически чистого топлива будущего.

Параллельно ученые разработали вторую каталитическую систему, предназначенную уже для получения перекиси водорода. В ее основе лежит слоистая структура титаната висмута, способная эффективно использовать энергию вибраций для синтеза этого важного химического соединения.

Особенность новой технологии заключается в том, что образование перекиси водорода происходит без добавления дополнительных химических реагентов. Производительность системы достигла почти 5900 микромолей на грамм катализатора в час, что считается очень высоким показателем для подобных процессов.

Полученная перекись водорода представляет интерес далеко не только как

промышленный химический продукт. Исследования показали, что она эффективно разрушает органические загрязнители и уничтожает патогенные микроорганизмы. Это открывает перспективы использования технологии при очистке питьевой воды, обработке сточных вод и обеззараживании различных объектов без необходимости транспортировки и хранения больших объемов готового реагента.

Хотя водород и перекись водорода являются совершенно разными веществами, оба процесса основаны на одном фундаментальном физическом принципе. В обоих случаях ключевую роль играет управление движением зарядов, возникающих внутри пьезоэлектрического материала под воздействием механических колебаний. Чем эффективнее удастся разделить положительные и отрицательные заряды и направить их к поверхности катализатора, тем выше становится скорость протекания химической реакции.

Сегодня большинство подобных экспериментов проводится с использованием ультразвуковых вибраций, которые позволяют очень точно контролировать параметры механического воздействия. Однако ученые рассматривают ультразвук лишь как лабораторный инструмент для изучения фундаментальных процессов. Главная цель проекта заключается в использовании естественных источников механической энергии, которые присутствуют в окружающей среде практически непрерывно.

Особенно перспективным направлением считаются океанские волны. В отличие от солнечной энергии или ветра, волновая активность присутствует круглосуточно и обладает высокой энергетической плотностью. Исследовательская группа уже изучает возможность создания плавучих каталитических платформ, которые смогут использовать естественное движение воды для непрерывного производства полезных химических веществ.

Такой подход особенно интересен для крупных прибрежных городов. Например, морские волны могут одновременно обеспечивать выработку экологически чистого водорода, синтезировать перекись водорода для очистки воды и способствовать снижению загрязнения окружающей среды. При этом внешнее электроснабжение подобных установок практически не потребуется.

Кроме океанских волн, потенциальными источниками энергии для пьезосинтеза могут стать речные течения, колебания мостов, железнодорожного транспорта, систем водоснабжения, насосных станций, промышленных трубопроводов и даже вибрации, возникающие при работе различных механизмов. Фактически любая механическая энергия, которая сегодня рассеивается без пользы, может стать источником химических превращений.

Подобные разработки хорошо вписываются в современную концепцию распределенной энергетики, при которой небольшие автономные установки располагаются непосредственно в местах возникновения доступной энергии. Это позволяет уменьшить потери при транспортировке энергии, снизить нагрузку на электрические сети и сделать производство экологически чистого топлива более устойчивым.

Развитие пьезосинтеза также может существенно расширить возможности водородной энергетики. Сегодня получение «зеленого» водорода обычно требует значительных затрат электроэнергии для электролиза воды. Использование природных механических колебаний позволяет рассматривать альтернативный путь, при котором часть энергии окружающей среды непосредственно преобразуется в химическую форму без промежуточной стадии производства электричества.

Несмотря на впечатляющие лабораторные результаты, технология пока находится на раннем этапе развития. Исследователям предстоит решить множество инженерных задач, связанных с долговечностью материалов, масштабированием процессов и созданием промышленных установок, способных эффективно работать в реальных природных условиях. Однако уже сейчас работа демонстрирует, что привычные вибрации могут стать ценным энергетическим ресурсом.

Если дальнейшие исследования подтвердят эффективность нового подхода, в будущем морские волны, речные течения и промышленные вибрации смогут не только приводить в движение механизмы, но и обеспечивать производство экологически чистого водорода, синтез полезных химических веществ и очистку воды. Такие технологии способны стать важной частью новой энергетической инфраструктуры, в которой даже самые привычные природные процессы будут использоваться максимально эффективно.

Ссылка: «Поля объемной поляризации и межфазный электронный сток в модифицированном MXene легированном йодом $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ усиливают пьезокаталитическое образование H_2O_2 », Nature Communications» DOI: [10.1038/s41467-026-70169-w](https://doi.org/10.1038/s41467-026-70169-w).