

## Ученые создали новый двумерный полимер, который проводит ток как металл

Дата публикации: 07.02.2025

Исследовательская группа совершила прорыв в области материаловедения, разработав новый полимер, обладающий свойствами металлов. Команда ученых впервые синтезировала многослойный двумерный кристалл полианилина (2DPANI), способный проводить электрический ток аналогично металлическим материалам, преодолевая традиционные ограничения полимерной проводимости. Этот результат открывает путь к созданию высокоэффективных гибких электронных устройств, электродов, сенсоров и других передовых технологий.

Проводящие полимеры давно привлекают внимание ученых благодаря своей легкости, гибкости и способности проводить электрический ток. Такие материалы, как полианилин, полипиррол и политиофен, уже используются в электронике и биомедицине, но их эффективность ограничена сложностями с переносом заряда между полимерными цепями. Это препятствие сдерживало внедрение полимеров в практические технологии, ограничивая их возможности по сравнению с традиционными металлами и полупроводниками.

Исследователи из Института материаловедения и инженерии Нинбо (NIMTE) Китайской академии наук совместно с коллегами из Технического университета Дрездена, Института физики микроструктуры Общества Макса Планка и SIC nanoGUNE BRTA предложили инновационный метод синтеза двумерного полианилина. Используя топологически направленную 2D-полимеризацию анилина на водной поверхности с монослоем анионного поверхностно-активного вещества, ученые смогли создать стабильную структуру с уникальными свойствами.

Образованный полимерный кристалл имеет размер домена 130–160 мкм<sup>2</sup> и толщину от десятков до сотен нанометров. Его уникальная ромбоэдрическая кристаллическая решетка формирует столбчатые п-массивы с межслойным расстоянием 3,59 Å, что обеспечивает эффективное взаимодействие между слоями и улучшает электронное сопряжение. Эти структурные особенности были подтверждены спектроскопией электронного спинового резонанса и расчетами из первых принципов, демонстрируя высокую степень упорядоченности и улучшенные проводящие свойства.

Синтезированный полимер обладает экстраординарной проводимостью, экстраполированной на уровне 200 См/см, что значительно превосходит

показатели традиционных органических **полимеров**. В ходе исследований было выявлено, что 2DPANI демонстрирует анизотропный перенос заряда, при этом проводимость вне плоскости достигает 7 См/см, а в плоскости — 16 См/см. Устройства на основе нового материала показали металлический характер транспорта заряда: по мере снижения температуры их проводимость увеличивалась, что является отличительной чертой металлов.

Этот прорыв решает одну из главных проблем полимерных материалов — недостаточный перенос заряда, вызванный отсутствием структурного упорядочения. В отличие от традиционных проводящих полимеров, где электропроводность зависит от уровня допирования, новый материал демонстрирует проводимость, аналогичную металлической, без необходимости добавления дополнительных примесей.

Развитие 2DPANI открывает широкие перспективы в области микроэлектроники, гибкой электроники, нанотехнологий и сенсорных систем. Возможные применения включают создание тонкопленочных электродов для носимой электроники, высокоэффективных датчиков, материалов для электромагнитного экранирования и даже сверхпроводниковых технологий.

Будущие исследования сосредоточатся на масштабировании технологии производства, изучении стабильности материала в различных условиях, а также интеграции 2DPANI в существующие электронные устройства. Ученые уверены, что открытие нового метода синтеза двумерных кристаллов полианилина станет важным шагом на пути к созданию высокопроводящих и гибких материалов, способных заменить металлы в ряде ключевых областей науки и техники.

**Ссылка:** «Двумерный кристалл полианилина с металлической внеплоскостной проводимостью» DOI: [10.1038/s41586-024-08387-9](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08387-9).