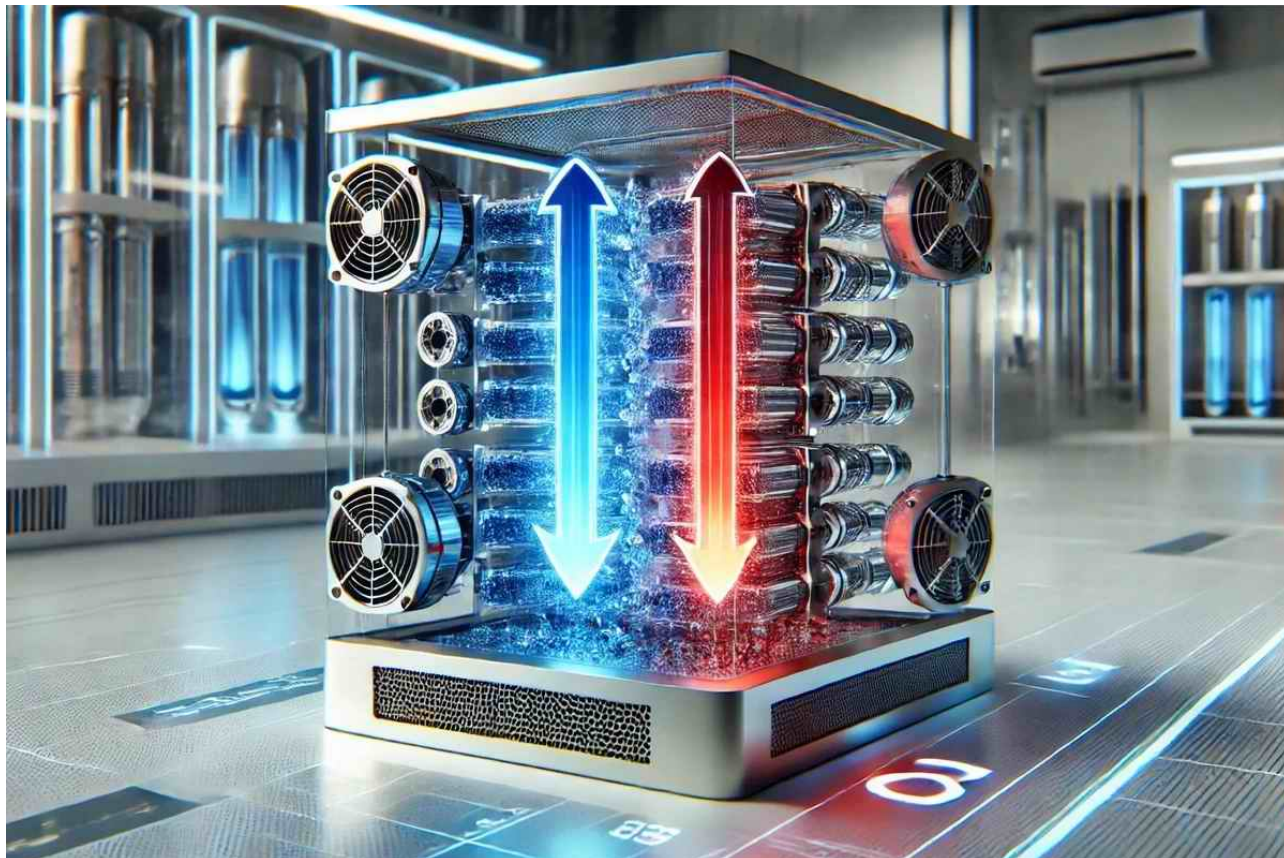


Термогальваническое охлаждение: прорыв, который может изменить индустрию холодильной техники



Дата публикации: 02.02.2025

Современные холодильные технологии остаются неизменными уже несколько десятилетий, полагаясь на традиционные методы сжатия и расширения хладагентов. Однако исследователи представили инновационную альтернативу – термогальваническое охлаждение, основанное на электрохимических реакциях. Этот метод обещает значительно снизить энергозатраты, уменьшить углеродный след и сделать охлаждение более экологичным. Учёные оптимизировали химический состав системы, увеличив её эффективность, что открывает перспективы её внедрения в носимые устройства, бытовую технику и промышленные холодильные установки.

Термогальваническое охлаждение работает за счёт обратимых окислительно-восстановительных реакций, где электрический ток приводит к изменениям в ионах электролита, вызывая понижение температуры. Применяя усовершенствованные **электролиты**, исследователи смогли добиться рекордного охлаждающего эффекта, что делает технологию не просто теоретически

возможной, а готовой для практического использования.

Принцип работы основан на электрохимических реакциях с участием ионов железа. В одной фазе ионы Fe^{3+} теряют электрон, поглощая тепло из окружающей среды и охлаждая раствор. В другой фазе Fe^{2+} окисляется обратно в Fe^{3+} , высвобождая тепло, которое затем отводится радиатором. Этот процесс напоминает работу традиционных холодильников, но происходит на микроуровне, не требуя компрессоров и вредных хладагентов.

Учёные смогли значительно улучшить охлаждающую способность системы, заменив традиционные электролиты на гидратированные соли железа, содержащие перхлорат, и растворяя их в нитрилах, а не в воде. Это позволило повысить эффективность охлаждения на 70%, что стало настоящим технологическим скачком.

До недавнего времени термогальванические системы могли снижать температуру раствора всего на 0,1 К, что делало их практически бесполезными для промышленного использования. Однако новая разработка позволила достичь охлаждающего эффекта в 1,42 К, что открывает реальные перспективы коммерциализации технологии.

Преимущества термогальванического охлаждения: отсутствие вредных хладагентов, которые традиционно используются в холодильных установках и способствуют изменению климата; значительное снижение энергопотребления по сравнению с традиционными системами охлаждения; широкий диапазон применений, от носимых охлаждающих устройств до мощных промышленных систем; экологичность, так как процесс основан на безопасных электрохимических реакциях и не выделяет парниковых газов.

Учёные планируют дальнейшую оптимизацию технологии, чтобы повысить её эффективность и стабильность. Разрабатываются новые типы электролитов и конструктивные решения, которые позволят создать компактные, надёжные и энергоэффективные холодильные системы. Ведутся исследования по интеграции технологии в бытовые устройства, что может привести к появлению персональных охлаждающих гаджетов, способных поддерживать комфортную температуру без значительных затрат энергии.

Перспективы внедрения технологии: разработка компактных термогальванических холодильников для персонального использования; интеграция в промышленные холодильные установки, обеспечивающие более энергоэффективное хранение продуктов и медикаментов; использование в носимых охлаждающих устройствах, которые могут регулировать температуру тела в жаркую погоду; снижение энергетических затрат в системах климат-

контроля, что особенно актуально в условиях глобального потепления.

Команда исследователей уже работает над созданием прототипов холодильных установок, способных использовать термогальванический метод. Они стремятся сотрудничать с промышленными компаниями, чтобы ускорить коммерциализацию технологии и сделать её доступной для широкого применения.

Прорыв в термогальваническом охлаждении может привести к радикальным изменениям в индустрии холодильной техники. Эта технология предлагает энергоэффективное, экологичное и надёжное решение, которое может заменить традиционные методы охлаждения, существующие уже более 70 лет. Внедрение термогальванических систем в бытовую и промышленную сферу — это шаг к более устойчивому и экологически безопасному будущему, в котором потребление энергии и воздействие на окружающую среду будут сведены к минимуму.

Ссылка: «Сольватационная энтропийная инженерия термогальванических электролитов для эффективного электрохимического охлаждения» DOI: [10.1016/j.joule.2025.101822](https://doi.org/10.1016/j.joule.2025.101822).