

Компетентные лица индустрий.

Обзоры СМИ и экспертные мнения.

Выпуск 004, 21 / 22 февраля 2023 г.

Наука как дверь в новые возможности



Уместная фраза:

«Невозможно отбиться в темноте, когда не знаешь, от чего именно отбиваться».

Ася Володина, писательница,
из романа «Протагонист», 2023 г.

1. Время минутной умности.

Высокое напряжение



- Как проверить высокое напряжение отношений?
- А дотронуться.



- Как снизить высокое напряжение?
- «Разрядкой международной напряженности».



- К чему ведет высокое напряжение?

- Ни к чему хорошему.



- ЛЭП, подстанция, вахтовый поселок. А чего не хватает?

- Высокого напряжения.



- Высокое напряжение – это энергетика?

- Иногда и психиатрия.



- А если в офисе возникло высокое напряжение?

- То лучше выпить вне офиса.



- От высокого напряжения защищает изолятор.
- Следственный?



- Не путайте высокое напряжение и высокое положение!
- Ни в коем случае, уж очень стулья разные!



- Между нами прямо высокое напряжение!
- А начиналось с высоких отношений.



- В металлургии сейчас высокое напряжение.
- И цены на уголь здесь ни при чём.

2. Союз Китая и Швейцарии – солнечно и чисто.



South China Morning Post

Китайско-швейцарские исследователи на пути к более дешевой экологически чистой энергии благодаря прогрессу в производстве солнечных элементов на основе перовскита.

Китайские ученые разработали метод изготовления более передовых солнечных элементов в больших объемах и по более выгодной цене. Статья с подробным описанием этого исследования была

опубликована 19 января 2023 года в рецензируемом журнале Science.

С увеличением глобальных выбросов углерода из года в год, развитие экологически чистой энергии, такой как солнечные батареи, привлекает большое внимание.

Высокопроизводительный перовскитный солнечный элемент (PSC) – это развивающаяся фотоэлектрическая технология, которую долгое время сдерживали сложность изготовления, высокая стоимость и нестабильность.

Тем не менее, ученые из Уханьской национальной лаборатории оптоэлектроники Хуачжунского университета науки и технологии (HUST) в Китае и Швейцарской лаборатории фотоники и интерфейсов Федеральной политехнической школы Лозанны доказали более высокую стабильность PSC при масштабировании технологии.

«Хотя КПД некоторых PSC теперь может превышать 25 %, такие высокие показатели достигаются только на элементах небольшой площади», — сказал профессор Ли Юн из HUST, ведущий автор статьи.

«По мере увеличения площади поверхности, неравномерность и нестабильность пленки, потери энергии при сборе фототока возрастают. Устройства

с большой площадью часто имеют существенные потери производительности», — сказал он.

Команда исследователей улучшила ситуацию, внедрив химическое вещество, производное фуллерена, под названием CPPA. Оно укрепляет кристаллическую структуру перовскитных пленок и повышает их устойчивость к воздействию света, тепла и влаги.

Кроме того, команда заявила, что их новый PSC можно производить в больших объемах на конкурентной основе с помощью улучшенного метода флэш-вакуумной обработки, который позволяет наносить «перовскитные чернила» на форму для быстрой кристаллизации перовскитных пленок. И теоретические и практические результаты свидетельствуют об эффективности CPPA.

Для получения высокопроизводительных PSC потребуется не только сокращение времени обработки, но также увеличение проводимости и стабильности слоя для транспортировки отверстий, - важнейшего компонента, который влияет на электропроводность перовскитной пленки.

Исследователи изменяют компоненты раствора в процессе обработки слоев для транспортировки отверстий, эффективно улучшая их стабильность. В лабораторных испытаниях на старение поверхность улучшенной пленки оставалась гладкой, в то время

как на исходной пленке появлялись пустоты, микродефекты и частицы.

Благодаря новой стратегии производства команда повысила стабильность и ускорила перенос электронного заряда пленки, что в результате позволило достичь удовлетворительной эффективности преобразования энергии в 23,5 %.

Пленка сохранила 95,5 % своей первоначальной эффективности спустя 3 265 часов работы на максимальной мощности в условиях непрерывного освещения при 70 градусах Цельсия.

Исследователи отметили потенциал, заявив, что эти подходы позволили им создавать эффективные солнечные модули на основе перовскита с выдающейся долгосрочной эксплуатационной стабильностью.

«Целостная стратегия стабилизации гетероструктуры перовскита обеспечивает многообещающие пути для технологии изготовления эффективных и стабильных перовскитных солнечных модулей», - указал г-н Ли в опубликованной статье.

ЭКСПЕРТНЫЕ МНЕНИЯ 😊:

😊: Ещё одно чудо света из Уханьской лаборатории.

😞: С ужасом ожидаем третьего.

3. Ванадий «против» лития.



W ABC
AUSTRALIA

Ванадиевые проточные редокс-батареи могут обеспечить дешевое крупномасштабное хранение энергии для электросети. Вот как они устроены.

Рост использования возобновляемых источников энергии выявил новую проблему: хранение энергии.

Солнце и ветер могут генерировать очень дешевую электроэнергию, но они непостоянны. Для того, чтобы целые электросети базировались на возобновляемых источниках энергии, необходимы огромные объемы хранилищ, чтобы избежать отключений электроэнергии.

Два основных варианта – гидроаккумулирующие и литий-ионные батареи, имеют свои недостатки, такие как высокая стоимость. К счастью, может быть и третий вариант.

Тип батареи, изобретенный австралийским профессором в 1980-х годах, обретает все большую значимость, и теперь считается частью решения проблемы хранения энергии.

Ванадиевые проточные редокс-батареи (VRFB) дешевле, безопаснее и долговечнее, чем литий-ионные.

Далее поясним почему они могут стать важной частью будущего — и почему вы, возможно, никогда их не увидите.

«Мы пришли на 20 лет раньше»

В 1970-х годах, в эпоху резких скачков цен на энергоносители, *НАСА* приступило к разработке нового типа жидкостных аккумуляторов. Железо-хромовая проточная редокс-батарея не содержала коррозионно-активных элементов и была

спроектирована таким образом, чтобы легко масштабироваться, так что она могла хранить огромные количества солнечной энергии бесконечно.

Несколько лет спустя в Австралии молодой инженер-химик Мария Скиллас-Казакос из *Университета Нового Южного Уэльса (UNSW)* в Сиднее начала изучать эти новые виды проточных батарей. В течение нескольких лет она и ее исследовательская группа разработали другой вид проточной батареи, которая использовала ванадий вместо железа и хрома.

Как и проект *НАСА*, он был безопасным, надежным, долговечным и легко масштабируемым. Но, к сожалению, рынок для хранения энергии был невелик. «Тогда мы понимали, что пришли на 20 лет раньше своего времени», - вспоминает профессор Скиллас-Казакос, которая все еще работает в *UNSW*.

«Мы всегда знали, что главным применением станут возобновляемые источники энергии и солнечная энергия, но на развитие рынка потребовалось гораздо больше времени, чем мы ожидали».

UNSW подал заявку на патент в 1986 году, а система мощностью 200 кВт / 800 кВт-ч, установленная в Японии, стала первой крупной реализацией технологии.

В конце 1990-х годов *UNSW* продал патент австралийской компании *Pinnacle Renewable Energy*, которая не смогла коммерциализировать продукт. Этот исходный патент прошел через ряд корпоративных владельцев, прежде чем истек.

Тем не менее, рынка для хранения энергии не существовало. Но вдруг все изменилось. Одним из поворотных моментов, по словам профессора Скиллас-Казакос, стало полное отключение электроэнергии в Южной Австралии в 2016 году. «Пришел Илон Маск и сказал: «Я смогу построить батарею за 100 дней». И все поняли, что можно строить большие батареи».

Но какой вид батареи следует строить? Литий-ионные аккумуляторы имели большое преимущество, поскольку правительство США вложило миллиарды в финансирование «гигафабрик» *Tesla*, способных производить батареи по доступной цене. «В их распоряжении были огромные объемы мощностей для производства литиевых батарей», - говорит об этом периоде профессор Скиллас-Казакос.

Так, почти по умолчанию, выбор пал на литий-ионную технологию для хранения энергии в электросети. Однако теперь ситуация начинает меняться.

Дешевле, безопаснее, пригоднее для вторичной переработки

Когда в коммерческом квартале Тронхейма в Норвегии недавно ввели в эксплуатацию хранилище энергии, муниципальные власти сделали необычный выбор. Заказу литий-ионных батарей, они предпочли VRFB. По словам Бесарта Оллури, соучредителя норвежской компании *Bryte Batteries*, установившей батарею, одной из основных причин такого решения стала более низкая стоимость.

Другая связанная с этим причина заключалась в том, что при надлежащем обслуживании батарея технически может работать вечно. «Вы получаете огромные преимущества как для окружающей среды, так и для затрат на срок эксплуатации», - сказал г-н Оллури. «Даже после 20 – 30 лет эксплуатации вы можете легко переработать или обновить систему, чтобы преобразовать ее в новую».

Благодаря этому замечательному свойству VRFB называют следующей большой технологией для крупномасштабного хранения. Десятки компаний по всему миру теперь производят и устанавливают мегаваттные VRFB.

В конце 2022 года компания *North Harbour Clean Energy*, разработчик возобновляемых источников энергии, объявила о планах по строительству крупнейшего в Австралии VRFB с мощностью 4 мВт

(количество энергии, которое может потоком входить и выходить из батареи в любой момент) и емкостью 16 мВт-час.

Вместе с партнером по совместному предприятию компания также пообещала построить сборочную и производственную линию VRFB в восточной Австралии, чтобы «удовлетворить спрос на ГВт/ч для долговременного хранения энергии на национальном рынке электроэнергии».

Как они устроены

Чтобы понять, почему VRFB привлекли такое внимание, нам нужно оперативно разобраться в том, как устроены батареи.

Батарея – это устройство, которое накапливает химическую энергию и преобразует ее в электрическую энергию. Это происходит за счет химических реакций, которые создают поток электронов из одного материала в другой. Этот поток или «электрический ток» и есть то, что мы называем электричеством.

Помимо этого, разные виды батарей работают по-разному.

В литий-ионной батарее энергия (в виде ионов лития) хранится в твердом аноде и катоде. Когда вы заряжаете свой телефон, зарядное устройство подает ток на батарею, и ионы лития перемещаются от

катода к аноду. При отключении от сети этот процесс меняется на обратный.

Но есть проблема: взаимодействие ионов лития и электродов постепенно разрушает батарею. В результате батарея вашего телефона имеет средний срок службы от двух до трех лет, или 300-500 циклов зарядки, и с возрастом удерживает меньше заряда.

Системы VRFB обходят эту проблему стороной. Теоретически их можно заряжать и разряжать неограниченное количество раз без потери емкости, говорит Крис Мениктас, руководитель лаборатории хранения энергии и охлаждения в *UNSW* и один из бывших студентов профессора Скиллас-Казакос. «Электролит никогда не разлагается», - сказал он. «Были продемонстрированы ... системы проточных батарей, которые могут работать в течение сотен тысяч циклов с высокой эффективностью».

VRFB делают это благодаря особому свойству ванадия: у него есть четыре различные стадии окисления, а это означает, что один и тот же элемент может иметь четыре различных заряда. Как и в случае с другими батареями, заряд создается в результате химической реакции. Но в данном случае реакция происходит между разнозаряженными ионами одного и того же элемента, поэтому электролит не разлагается.

Кроме того, есть некоторые другие преимущества. В отличие от литий-ионных батарей, VRFB может быть полностью разряжена. Они могут хранить энергию в течение длительного периода без каких-либо побочных эффектов.

Из-за жидкого электролита они также менее подвержены возгоранию.

Увеличить емкость также проще, чем с литий-ионным аккумулятором. Вместо того, чтобы соединять миллионы маленьких автономных элементов, вы просто размещаете большой резервуар с электролитом.

Наконец, ванадий более распространен в земной коре, чем литий, и поэтому менее уязвим для проблем с поставками.

«Я думаю, что сейчас - очень захватывающее время», - сказал доктор Мениктас. «Масштабные батареи требуются все больше и больше, и я думаю, что ванадий – одна из ведущих технологий».

Но есть одна загвоздка ...

VRFB менее энергоемкие, чем литий-ионные аккумуляторы, а это означает, что они, как правило, слишком большие и тяжелые, чтобы их можно было применять в таких устройствах, как телефоны, автомобили и домашние накопители энергии.

В отличие от литий-ионных батарей, у них также есть приводные части: насосы, которые создают поток раствора электролита.

И хотя ванадий более распространен, чем литий, его дороже извлекать. Большая часть его предложения в мире используется для переработки стали, поэтому цена имеет тенденцию к изменчивости и повышается в ответ на спрос на сталь. В результате, ванадиевые батареи в настоящее время имеют более высокую первоначальную стоимость, чем литий-ионные.

Поскольку они большие, тяжелые и дорогие, использование ванадиевых батарей может быть ограничено промышленным и сетевым применением. По словам доктора Мениктаса, VRFB-батареи для такого применения дешевле, чем литий-ионные. «По мере увеличения времени хранения ванадий становится дешевле», - сказал он. «При хранении более трех часов ванадий дешевле, чем литий».

Время хранения (или емкость) зависит от объема запасенного электролита или размера резервуаров. Поскольку VRFB наиболее экономически эффективны по параметру размера, то они, вероятно, будут очень большими.

Вот почему вы можете никогда их не увидеть. Они не будут применяться в автомобилях или телефонах,

но, скорее всего, будут размещены вне поля зрения, рядом с солнечными фермами и внутри подстанций.

Какие объемы хранилищ нам нужны?

Национальный рынок электроэнергии (который поставляет электричество для большей части страны, за исключением Западной Австралии и Северной Каролины) имеет около 1,5 ГВт батарей и гидроаккумулирующих электростанций.

По данным австралийского оператора энергетического рынка, к 2050 году потребуются около 46 ГВт / 640 ГВт-ч. Для сравнения, мощность *Victorian Big Battery* составляет 300 МВт / 450 МВт-ч. Таким образом, потребность в хранении энергии примерно эквивалентна добавлению более пяти очень больших батарей в год в течение следующих 27 лет.

Директор *Центра устойчивого развития энергосистем Австралийского национального университета* Эндрю Блейкерс оценивает потребность в хранении еще выше: около 50 ГВт / 1000 ГВт-ч хранилищ. Это связано с тем, что производство электроэнергии должно утроиться по мере декарбонизации экономики и электрификации таких секторов, как производство аммиака и производство стали. «Мы должны сделать это в течение 20 лет», - добавил он.

VRFB обладает потенциалом для хранения энергии в масштабах, которые затмили бы крупнейшие на сегодняшний день литий-ионные батареи, как утверждает профессор Скиллас-Казакос. «Они идеально подходят для масштабного хранения энергии» и их можно производить в гигаватт-часах».

Спустя почти 40 лет после того, как профессор Скиллас-Казакос возглавила команду, которая изобрела VRFB, она наконец-то видит, как реализовывается потенциал этой технологии.

И после неудачной попытки коммерциализации отечественных технологий Австралия вскоре сможет начать производство VRFB в больших объемах.

«Было бы здорово, если бы мы смогли развить это в Австралии раньше», - сказала профессор Скиллас-Казакос. «[Но] все, что мы умеем делать, - это строительство и добыча полезных ископаемых». «[Компании] не могли видеть дальше этого. Они не могли видеть общую картину».

ЭКСПЕРТНЫЕ МНЕНИЯ 😊:

😞: Строительство сейчас даже больше бизнес, чем добыча полезных ископаемых.

😊: И по скорости финансовой отдачи никто не использует опыт ванадиевых батарей.

4. Не мимолетные новости недели.



Металлы из отходов.

Австралийские учёные разрабатывают технологию извлечения металлов из сточных вод.

https://www.prometall.info/eco/mirovaya-practika/metally_iz_otkhodov

😐: Что наша жизнь?

Долгая пауза.

😊: Игра!

600 тонн асбеста и других канцерогенов затопили у побережья Бразилии.

<https://t.me/ecoaccent/177>

😊: Что сказать братьям по БРИКС?

😞: Что это полный асбест!

В Национальном центре физики и математики будут делать чипы для систем ИИ.

<https://t.me/StranaRosatom/4628>



Патриотизм прописан внутрь ИИ на уровне «железа».

Российские ученые провели исследование катализатора нового типа для получения водорода из воды.

https://t.me/H2_element/1125

😊: Что вы думаете об институте Эмануэль?

😄: В мыслях совсем не физика!

Гонконг выпустил первые в мире государственные токенизированные «зеленые» бонды.

Правительство Гонконга официально объявило выпуск первых в мире «зелёных» облигаций, привязанных к токену на сумму 102 USD. Онлайн-роудшоу квартета банков *Bank of China*, *Credit Agricole*, *Goldman Sachs* и *HSBC* оценило доходность бондов в 4,05 %. Платформой токенизации выступила *Goldman Sachs GS DAPTM*.

Ист.: *TK ESGport*

😊: Маленькие, а первые.

😁: Теперь ждите «паровоз» размещений от материнского Китая.

«Кажется, у кого-то были ошибки в расчётах: обработка карьера земснарядами закончилась сходом борта и даже цунами».

<https://t.me/prometallinfo/4453>



Да просто главный инженер – виндсёрфер!

5. Прогнозы, обзоры, перспективы.



Население мира выросло более чем в 3 раза с 1950 года, а потребление энергии — более чем в 6 раз.

<https://t.me/riseofelectro/3231>



Объяснение простое: разность потенциалов в физическом и в биологическом смысле.

Электромобили - из чего и где:

https://t.me/Metals_Mining/10800

https://t.me/Metals_Mining/10801

<https://t.me/prometallinfo/4485>



В каждом электромобиле живёт дух Великого Кормчего...

Пик потребления угля еще впереди.

<https://t.me/ceptalks/887>



Сколь колоду не тасуй, все равно пики - козыри.

Видеографика. Производство железной руды по странам мира.

https://t.me/Metals_Mining/10787



Есть связанный с ценами и сбытом подход - чем столбик ниже, тем он устойчивей.

«Не по классике». С чего начиналось расселение арктических городов.

<https://goarctic.ru/work/s-chego-nachinalos-rasselenie-arkticheskikh-gorodov/>

<https://goarctic.ru/work/s-chego-nachinalos-rasselenie-arkticheskikh-gorodov-chast-ii/>



В поучение промышленных новопроходцев.

EXTRA

6. Ещё зелёная «зелёная» сталь.



The Economist

Новый способ «озеленения» металлургии. Выбросы углекислого газа могут быть сокращены на более чем 90 %.

Производству стали характерно загрязнение окружающей среды. При производстве каждой тонны в атмосферу выбрасывается около 1,8 тонн углекислого газа (CO₂). В результате на производство стали в мире приходится 7 – 9 % антропогенных выбросов парниковых газов.

В настоящее время проводятся исследования более чистых способов производства стали. В основном они направлены на использование вместо кокса водорода, как реагента, извлекающего кислород из железокислотной руды. Но создание такой технологии находится пока в большей степени в зачаточном состоянии. Кроме того, стоимость перехода от старого оборудования к новому может составить несколько миллиардов USD на один завод, а это означает, что производителям стали могут потребоваться десятилетия, чтобы перейти на «зеленые» технологии.

Однако г-н Юлонг Динг и г-жа Хэрриет Килдал из *Бирмингемского университета* в Великобритании придумали нечто, способное, по их мнению, изменить

ситуацию. Они разработали процесс, который можно быстро и дешево внедрить на существующих заводах и сократить их выбросы на 90 %. Сталелитейщики ведут с ними переговоры с целью запуска демоверсии уже в течение пяти лет.

Доктора Динг и Килдал предлагают использовать замкнутую систему рециркуляции углерода для замены большей части кокса.

В настоящее время кокс и руда укладываются чередующимися слоями внутри доменной печи и продуваются воздухом, нагретым до более чем 1200 °С. При такой температуре углерод кокса вступает в реакцию с кислородом воздуха, образуя окись углерода (CO). Затем этот газ вступает в реакцию с кислородом в руде, высвобождая железо в процессе, называемом восстановлением. Тепло, выделяемое в результате вовлеченных реакций, повышает температуру печи выше точки плавления железа (1 538 °С), и полученный жидкий металл вытекает из нижней части печи. В то же время CO₂ и другие газы, включая остаточный азот из нагнетаемого воздуха (который состоит из 21 % кислорода и 78 % азота), отводятся наверх.

Модификация, предложенная докторами Дингом и Килдал, исключает кокс из процесса, нагнетая CO напрямую в доменную печь. Интересно то, откуда берется этот газ. Его получают путем захвата CO₂, выделяемого в печи, который затем рециркулируют,

расщепляя на СО и кислород. Высвобождающийся таким образом кислород может быть использован во второй части процесса выплавки стали, когда этот газ продувается через расплавленный чугун в печи другой конструкции, чтобы сжечь часть растворенного в нем углерода и достичь оптимального соотношения железа к углероду для получения требуемого типа стали.

Возможным всё это делает «интригующий» материал, именуемый перовскитом. Он находится в реакционной камере в центре системы рециркуляции. Изначально перовскит был минералом, обнаруженным в Уральских горах России в 1839 году и названным в честь минералога графа Льва Перовского. Сейчас этим названием общепотребительно обозначают группу материалов, которые имеют характерную кристаллическую структуру этого минерала, но не обязательно его химический состав.

Исследователи находят различные области применения перовскитов. Одна из них - повышение эффективности солнечных панелей (см. статью в настоящем выпуске *«Компетентные лица индустрий»* с названием «Союз Китая и Швейцарии – солнечно и чисто»). Другая - производство экранов телефонов, которые практически не ломаются. Прочие варианты перовскитов используются в топливных элементах и иных системах чистой энергии.

Версия докторов Динга и Килдал получена путем измельчения карбоната бария, карбоната кальция, оксида ниобия и оксида железа, и смешивания полученных порошков с последующим запеканием смеси $Ba_2Ca_{0.66}Nb_{0.34}FeO_6$ (*BCNF1*) в печи.

Когда система рециркуляции прокачивает CO_2 через реакционную камеру, *BCNF1* захватывает атомы кислорода из газа и поглощает их в свою кристаллическую структуру, оставляя после себя CO . Однако этот процесс не может продолжаться вечно. Примерно спустя сутки *BCNF1* насыщается атомами кислорода и требует «омоложения».

Это происходит путем пропускания азота, выбрасываемого из доменной печи, через реакционную камеру. Это создает среду с низким содержанием кислорода внутри камеры, стимулируя *BCNF1* к высвобождению кислорода. В процессе применения кислорода для производства стали также выделяется углекислый газ, и он также может быть рециркулирован через реакционную камеру.

Хождение по кругу.

Хитрость заключается в том, чтобы встроить в систему две реакционные камеры. Одна может быть использована для производства CO , в то время как другая «омолаживается», производя кислород. Через день их роли меняются, что позволяет работать круглосуточно. Как сообщает доктор Килдал, этот

подход успешно опробован в лаборатории без ухудшения *BCNF1*. «Эта часть системы работает, - добавляет ученый, - она просто нуждается в масштабировании».

Для начала функционирования опытной установки придется преодолеть несколько препятствий. Одно из них заключается в том, что, помимо того, что кокс является источником СО для процесса восстановления железа, он также обеспечивает структурную «опору» для руды в доменной печи, позволяя газу подниматься через него вверх, а расплавленному железу стекать вниз, поэтому некоторое количество кокса всё равно потребуется. Одна из идей опытно – исследовательской команды заключается в том, чтобы воссоздать эту опору с помощью керамических материалов.

Итак, с точки зрения науки всё выглядит многообещающим. Но что насчет цифр? Для оценки эффективности исследователи рассмотрели металлургическую промышленность Великобритании, которая производит около 7,6 миллионов тонн стали в год. Две компании, *Tata Steel* и *British Steel*, выпускают по 3 миллиона тонн каждая на своих заводах в Порт-Талботе и Сканторпе, используя традиционную технологию доменного производства. На эти два завода приходится 94 % выбросов в металлургической отрасли страны. Остальное добавляет предприятия с применением

электродуговых печей, которые используют главным образом стальной лом и могут работать на возобновляемой электроэнергии.

Как подсчитали ученые в недавней статье в журнале *Journal of Cleaner Production.*, заводы в Порт Толботе и Сканторпе могут быть модернизированы для использования *BCNF1* за 360 млн. GBP (435 млн. USD) каждый, из этой суммы 210 млн. GBP пойдут только на закупку 42,5 тысяч тонн перовскита, необходимого для каждого из этих заводов. Этот материал, возможно, потребуется заменять каждые пять-десять лет. Однако, исследователи оценивают, что помимо преимуществ в экологическом плане, первоначальные вложения окупятся в течение 22-х месяцев за счет исключения из процесса дорогостоящего металлургического кокса и продажи избыточного кислорода.

Даже с учетом небольшого увеличения потребления электроэнергии, внедрение этой системы на обоих заводах позволит сэкономить около 1,3 млрд. GBP в течение пяти лет. Исследователи также заключают, что это приведет к снижению выбросов углекислого газа на 88 %, что приведет к общему снижению выбросов в стране на 2,9 %.

Идея замены кокса на водород заключалась в стремлении снизить потребление угля, чтобы исключить выбросы, приводящие к изменению климата. Более того, сам водород может быть

произведен экологически чистым способом, с использованием возобновляемых источников электроэнергии путем электролиза воды. Однако инфраструктуры, необходимой для производства, хранения и транспортировки «зеленого» водорода, пока не существует. Кроме того, есть конкурирующие запросы на этот газ, включая замену природного газа в качестве топлива для котлов, а также производство «зеленого» авиационного топлива. Поэтому предложение докторов Динга и Килдал выглядит как серьезная альтернатива.

По мнению доктора Динга, при дополнительных исследованиях возможно заменить всю коксовую массу в доменной печи на смесь *BCNF1*, практически сведя выбросы к нулю.

Если переговоры со сталелитейными компаниями пройдут успешно, и опытная установка будет построена, следующим шагом станет проверка на то, докажет ли вся система свою эффективность. Если это произойдет, тогда «любопытный» кристалл перовскитов начнет конкурировать с «зеленым» водородом всерьез.

ЭКСПЕРТНЫЕ МНЕНИЯ 😊:

😊: Мировая британская технология!

😊: Пока всё же еще островная.

- В выпуске использованы рисунки, созданные нейросетью *Midjourney* по заданным «Компетентными лицами индустрий» «параметрам» и национально – международные шутки;
- Новые выпуски доступны еженедельно через прямые ссылки ниже и на сайте www.metcoal.ru.

MMI-PRO

Metals & Mining Intelligence
Professional Events

<https://t.me/MMIPRO>
mmi-pro.com/industry.html
andreev@mmi-pro.com
whats app +79037995265