

Зеленее некуда, ИЛИ ПРИРУЧЕНИЕ ФОТОСИНТЕЗА

Василий ТКАЧЕНКО

Ученые по всему миру работают над технологиями создания топлива из воды, воздуха и света.

Сам принцип еще на заре жизни освоили цианобактерии, а затем растения. Человек до сих пор пользовался им только опосредованно, пуская сами растения на пищу и топливо. Набравшее обороты выращивание энергетических культур – уже шаг вперед, но хорошо бы освоить технологию непосредственно, чтобы получать нужную химию напрямую. К тому же сам природный фотосинтез довольно неэффективен.

Молекулы хлорофилла, которые играют основную роль, под действием солнечного света расщепляют воду на ионы OH^- и H^+ . Последние соединяются с аденозиндифосфорной кислотой (АДФ), превращая ее в аденозинтрифосфорную (АТФ) – и уже она, отдавая фосфаты, выделяет энергию. При этом почти половина солнечной энергии теряется из-за того, что не все фотоны попадают в диапазон поглощения хлорофилла. 30% теряется из-за неполного поглощения или отражения, еще 24% – на переносе энергии внутри хлоропласта. Итого лишь около трети солнечной энергии конвертируется в синтез АТФ, причем потери этим не ограничиваются (далее еще часть уходит на синтез глюкозы и другие химические реакции). В итоге эффективность листа оказывается на уровне 5%, а на рост биомассы и вовсе остается 0,2–2%.

Попытки создания искусственных систем преобразования солнечной энергии в химическую, которые были бы эффективнее природных, ведутся уже несколько лет. В ранних разработках использовались токсичные катализаторы, но в последнее время им на смену пришли культуры бактерий, которые и вырабатывают нужную химию под действием уловленной энергии.

Так, специалисты из Беркли и Университета Калифорнии разработали систему на основе полупроводниковых нанопроводов из кремния и оксида титана. Поглощая солнечный свет, эти проводки передают энергию анаэробным бактериям *Sporomusa ovate*, которые воспринимают прямую излучаемые электроны. Те формируют энзимы,



Рис. 1. «Бионический лист 2»...

разлагающие углекислый газ. Прототип ситнезирует ацетат, который затем можно использовать для производства другой химии, и заодно поглощает CO_2 из атмосферы. В целом эффективность преобразования солнечной энергии составила 0,38%, то есть на уровне обычного листа, но ученые надеются довести ее до 10%.

В июне журнал Science опубликовал результаты работы команды ученых из Гарварда, создавших устройство под названием Bionic Leaf 2 («Бионический лист 2») (рис. 1). Энергия солнца используется для электролиза воды, а добытый водород служит пищей для бактерий, которые вырабатывают искусственное топливо под действием металлического катализатора. В предыдущей работе этой же команды использовался никель-молибдено-цинковый сплав, который, однако, порождал свободные формы кислорода, негативно влиявшие на ДНК бактерий. В новом прототипе этот сплав заменили на кобальт-фосфорный, что дало скачок эффективности – сейчас она составляет 10%. Кроме того, сам катализатор оказался биологически безопасным. Помимо водорода, который сам по себе является готовым топливом, система может вырабатывать промышленные спирты изобутанол и изопентанол, а также биоразлагаемый пластик PHB.

Немецкие ученые из Юлихского исследовательского центра создали прототип фотосинтезирующего устройства, которое вырабатывает водород без помощи бактерий. Его главное достоинство – простота: модель включает в себя лишь солнечную батарею и электрохимический блок, в котором

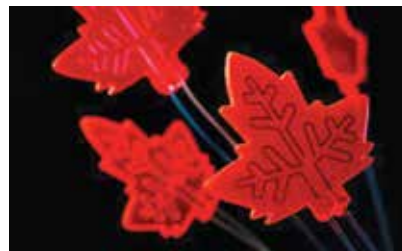


Рис. 2. ... и эйнховенский «лист» на основе LSC

выработанная энергия используется для электролиза воды. Прибор собран из недорогих деталей, доступных на рынке; соединяя базовые блоки друг с другом, можно получить «фабрику» площадью в несколько квадратных метров. Эффективность преобразования – 3,9%, но немцы также нацеливаются на 10%.

Еще одно перспективное направление – «люминесцентные солнечные концентраторы» (LSC). Эти устройства являют собой многослойные пластины, которые собирают солнечную энергию и затем отдают в виде люминесцентного излучения через узкую грань. Зачастую такой концентрированный свет затем подается на солнечные панели, но в декабре нынешнего года ученые из Технического университета Эйнховена отчитались о создании фотосинтезирующего мини-реактора на основе LSC.

Устройство, которому они придали форму листа (рис. 2), имеет на поверхности сеть микроканалов, через которые можно прокачивать жидкость – таким образом, молекулы реагента напрямую вступают в контакт с излучаемым светом. Результаты показали, что схема значительно активизирует химический синтез: даже в облачную погоду скорость реакций на 40% превышала показатели контрольного образца. Исследователи считают, что технология откроет путь к чистому производству материалов, для создания которых сейчас нужны токсичные катализаторы и электроэнергия. Потенциально – вплоть до синтеза парацетамола на Марсе.

Василий ТКАЧЕНКО, СИБ