Ионы калия повысили эффективность превращения азота в аммиак

Международная группа исследователей, в состав которой вошёл сотрудник Сибирского федерального университета, обнаружила, что наночастицы золота, выращенные на органической матрице, содержащей ионы калия, показывают значительно большую эффективность электрохимического преобразования азота в аммиак. Работа опубликована в журнале Journal of Materials Chemistry A в коллекции «HOT Papers».

Аммиак — одно из наиболее широко производимых неорганических химических веществ. Большая часть современной промышленности и сельского хозяйства основана на использовании аммиака, который является важным сырьём для производства пластмасс, волокон, красителей, взрывчатых веществ, смол, фармацевтических препаратов и искусственных удобрений. При этом 80% и более производимого аммиака используется для удобрения сельскохозяйственных культур.

В индустриальном масштабе синтез аммиака идёт наиболее распространённым путём (процесс Хабера-Боша): смесь азота и водорода пропускается через нагретый катализатор (400-600° С) под высоким давлением (150-350 атм.). Однако такой процесс является энергоёмким, и на его долю приходится от 1 до 2% мирового годового потребления энергии. Поэтому крупномасштабное производство аммиака сопровождается высокой себестоимостью. Водород для этого процесса производится из природного газа, что ведет к выделению большого количества CO2 (не менее 450 миллионов тонн в год), усугубляя парниковый эффект.

В последние годы учёные стали обращать внимание на возможность производства аммиака с помощью электрохимической реакции восстановления азота. Такой процесс может управляться электричеством, получаемым от солнечной и ветровой энергии, и весь процесс преобразования может протекать при нормальных условиях. Множество катализаторов было исследовано за последние несколько лет, но их желаемая эффективность всё еще находится на начальной стадии, поскольку сложно одновременно достичь высокого выхода аммиака и выхода по току.

«Нашим коллегам из Китая удалось экспериментально приготовить катализаторы на основе ультрадисперсных наночастиц золота, встроенных в органическую матрицу, содержащую ионы калия. Эти катализаторы показали высокую стабильность и одновременную эффективность выхода аммиака и выхода по току. Для объяснения механизма работы катализатора мы создали модели и провели ряд расчётов. Обнаружилось, что присутствие катионов калия создает двойной эффект. С одной стороны, предотвращает приближение H3O+ к поверхности золота за счёт отталкивания от положительно заряженной координационной сферы комплексов K+, что приводит к подавлению конкурирующей нежелательной реакции выделения водорода. И с другой стороны, одновременно с этим переносимый заряд усиливает взаимодействие между связанной молекулой азота и поверхностью золота, что приводит к снижению лимитирующей стадии», — рассказал соавтор работы, старший научный сотрудник лаборатории нелинейной оптики и спектроскопии СФУ **Артём Куклин**.

Пресс-служба СФУ, 22 июля 2020 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/23394