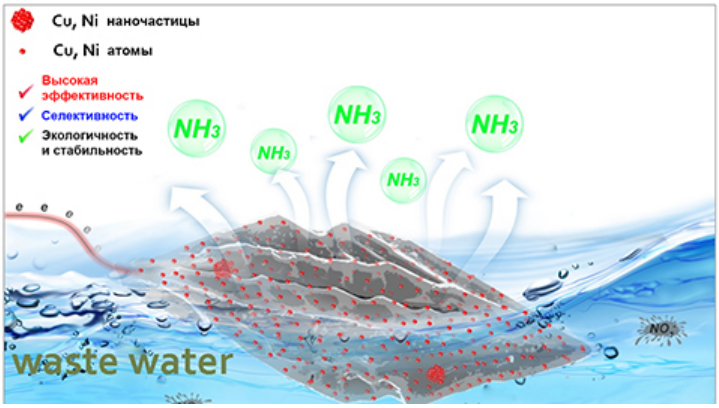
Созданы новые катализаторы для производства аммиака из сточных вод

Исследователи из университетов Китая, Швеции и России (Сибирский федеральный университет) разработали новые катализаторы, позволяющие извлекать нитраты из отработанных сточных вод для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью — в частности, аммиака.



Предлагаемая технология отличается простотой и поможет обеспечивать экологический баланс, например, в сельскохозяйственном секторе. Результаты исследования опубликованы в журналах о химии новых материалов — Chemical Engineering Journal, Journal of Materials Chemistry A и Applied Materials Today.

Современные экологические вызовы, связанные с загрязнением окружающей среды, требуют создания устойчивого цикла потребления и вторичной переработки природных ресурсов. Проблема высокого содержания оксидов азота, попадающего в больших количествах в сточные воды в результате работы хозяйственно–бытового сектора, а также животноводческих и металлургических предприятий, существенно вредит человеку и природе. Например, NOx, содержащийся в питьевой воде, может вызвать повреждение печени после попадания в организм. Когда чрезмерное количество азота и аммония превращается в результате окисления в нитраты и оседает в природных водоёмах и почвах сельскохозяйственного назначения, способность природы к самовосстановлению снижается и нарушается азотный цикл.

«Чтобы исправить ситуацию, учёные разработали несколько подходов — в частности, технологию ионного обмена, обратного осмоса, электродиализа и фотоэлектрической деградации. Эти методы могут удалять NOx в определённой степени, однако они требуют больших инвестиций в оборудование, и процесс очистки происходит довольно медленно. К тому же, при очищении сточных вод этими методами происходит значительная потеря ценных ресурсов. Наша научная группа предложила в качестве альтернативы опираться на метод катализа — это позволит эффективно преобразовывать нитраты в аммиак, который можно реализовывать на рынке, получая экономическую выгоду», — отметил российский соавтор работы, старший научный сотрудник международного научно–исследовательского центра спектроскопии и квантовой химии НИЧ СФУ **Артём Куклин**.

В настоящее время основной объём аммиака продолжает производиться с помощью так называемого процесса Габера-Боша, созданного немецкими химиками в первой половине 20 века. Открытие этого метода впервые в истории человечества позволило производить синтетические удобрения, чтобы выращивать разнообразные сельскохозяйственные культуры, способные прокормить растущее население Земли. Более 159 миллионов тонн аммиака производится ежегодно в мире, причём более 80 % используется для удобрений. Процесс Габер–Боша достаточно энергоёмкий и предполагает высокие энергетические затраты, а его следствием является выброс большого количества парниковых газов.

Электрохимический катализ — это экологически чистый процесс, соответствующий концепции устойчивого развития. Под действием электрического тока нитраты, содержащиеся в воде, могут вступать в реакцию с H+ с образованием различных продуктов, включая аммиак. Этот процесс может инициироваться электрической энергией, которую, в свою очередь, даёт энергия солнечных батарей или ветровых электростанций. Здесь преобразование нитрат–ионов (NO3–) в аммиак особо ценно, поскольку аммиак является очень важным продуктом для промышленности и сельского хозяйства.

> *«Технология электрохимического восстановления нитрат-ионов имеет большой стратегический потенциал и уменьшает антропогенную нагрузку на природу. Для того, чтобы восстанавливать нитраты до стадии аммиака — простейшего соединения азота и водорода — необходимы новые катализаторы, которые позволят добиться высокого выхода аммиака и будут обладать достаточной селективностью. Путём конверсии металлорганических соединений нам удалось создать новые катализаторы на основе недорогих металлов — меди и никеля. Данные металлы встроены в матрицу-носитель на основе бора, углерода и азота. Принцип работы довольно прост: чем больше атомов металла может вступить в реакцию, тем выше эффективность катализатора. За счёт использования металлорганических соединений в качестве исходных компонентов нам удалось сделать так, что в продукте (катализаторе) металлы находятся в матрице в виде небольших нанокластеров либо в виде единичных атомов, что позволяет создать наибольшую реакционную поверхность с высокой эффективностью»,* — сообщил **Артём Куклин**.

Все предложенные катализаторы показали высокую эффективность по току от 87 % до 97 %, где наиболее высокие значения соответствуют металлам, внедрённым в матрицу в виде единичных атомов. Авторы заключают, что полученные результаты хорошо иллюстрируют потенциал области исследований электрохимического синтеза аммиака для достижения целей в области чистой энергии и устойчивого развития будущего общества.

Пресс-служба СФУ, 17 ноября 2021 г.

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

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/25523