



НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

НАНОРАЗМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ И КАТАЛИЗАТОРЫ ОБЕСПЕЧАТ «ЗЕЛЕНое» БУДУЩЕЕ

Создание новых материалов было и остается основой технологического развития и разработки инновационных продуктов для различных секторов экономики. Они позволяют как совершенствовать современные технологии, делая их более эффективными и экономически выгодными, так и реализовывать принципиально иные, прорывные технологические решения.

В данном выпуске трендлеттера представлены три направления исследований и разработок в области нанотехнологий, охватывающие широкий спектр отраслей и объединенные тем, что их вектор развития связан с применением наноразмерных мембран и катализаторов.

Описанные решения применяются, в частности, при создании топливных элементов, считающихся одним из наиболее перспективных и экологически чистых альтернативных источников энергии.

Они уже начинают использоваться в быту, в транспортных средствах, а также в процессах мембранной водоочистки (спектр приложений варьируется от потребительского сектора до атомной и тепловой энергетики) и системах фильтрации водорода.

Трендлеттер выходит 2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- Рациональное природопользование
- Информационно-коммуникационные технологии
- **Новые материалы и нанотехнологии**
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

В следующем номере:

Информационно-коммуникационные технологии

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики (issek.hse.ru) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлеттера использовались следующие источники: Прогноз научно-технологического развития РФ до 2030 года (prognoz2030.hse.ru), материалы научного журнала «Форсайт» (foresight-journal.hse.ru), данные Web of Science, Orbit, iea.org, acutemarketreports.com и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в Институте статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ: issek@hse.ru, +7 (495) 621-82-74.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2015

МЕМБРАНЫ И КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Топливные элементы — высокоэффективные и надежные источники генерации и аккумуляции энергии, на которых основана концепция водородной экономики. Уже сейчас они используются для энергоснабжения домов, в транспорте, авиации, для освоения космоса и др. Широкое внедрение топливных элементов пока сдерживают высокая стоимость комплектующих (мембран, платиновых катализаторов) и связанные с их применением ограничения рабочего интервала температур, чистоты топлива. Решить эти проблемы позволит разработка новых типов протонпроводящих мембран и биметаллических катализаторов.

В протонпроводящих мембранах за счет процессов самоорганизации формируются системы пор и каналов, содержащих молекулы воды, а также протоны, обеспечивающие высокую ионную проводимость. Внедрение в поры наночастиц неорганических материалов (оксидов, кислых солей или кислот), улучшающих структуру каналов и процессы переноса, может повысить эффективность работы топливного элемента. Существенно удешевит производство катализаторов, а также оптимизирует их работу (в частности, повысит их толерантность к примесям в водороде) переход к структуре «ядро в оболочке», когда ядро содержит более дешевый металл, а оболочка — каталитически активную платину.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: РАЗВИТИЕ МЕМБРАН И КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



ЭФФЕКТЫ

Бесперебойное энергоснабжение промышленных предприятий, жилых зданий и важнейших объектов (больниц, поликлиник, правительственных учреждений, банков), в том числе удаленных от магистральных линий электропередач, объектов в полевых условиях, а также автомобилей, мобильных устройств и др.

Развитие авиации и космической энергетики с использованием топливных элементов.

Улучшение экологической ситуации, в первую очередь в населенных пунктах.

ОЦЕНКИ РЫНКА

\$14,3 млрд

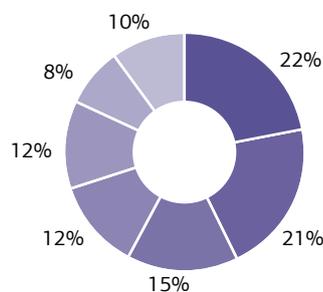
может составить в 2020 г. мировой рынок стационарных топливных элементов (по сравнению с 1,2 млрд долларов в 2012 г.) вследствие повышения спроса на распределенную электроэнергетику.

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020–2035 гг.

ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ⬆️ Поиск новых высокоэффективных источников энергии для постепенного замещения нефтепродуктов.
- ⬆️ Усиление борьбы за улучшение экологической ситуации.
- ⬆️ Необходимость создания надежных систем аккумуляции энергии высокой мощности.
- ⊖ Высокая стоимость мембран и платино-содержащих катализаторов для топливных элементов.
- ⊖ Необходимость использования чистого водорода (в условиях отсутствия надежных источников его получения).

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В 2020 Г., ДОЛИ В %



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Возможность альянсов»: наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами.

МЕМБРАННЫЙ КАТАЛИЗ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА

Для использования в энергетике, химической промышленности, металлургии, производстве полупроводниковой техники нужен сравнительно дешевый и чистый водород. Самый привлекательный и низкзатратный способ его получения — конверсия природного газа, углеводов, спиртов и биомассы — сопряжен с получением CO в качестве побочного продукта и дорогостоящей глубокой очисткой от него (для многих приложений критичны примеси CO даже на уровне миллионных долей). Ситуацию может улучшить разработка новых катализаторов, обеспечивающих минимизацию когенерации CO, и высокоэффективных систем фильтрации водорода.

Снижение содержания CO возможно за счет подбора сочетания металлов для наноразмерных катализаторов. Вместо ранее применявшихся оксидов поливалентных металлов будут использоваться наноразмерные углеродные носители, которые помогут решить проблему закоксовывания катализатора. Кроме того, водород можно селективно очищать пропусканием через мембраны из палладия или его сплавов. Важно использовать очень тонкие слои палладия (например, нанесенные на высокопористый носитель). Такая технология позволит сразу получать чистый водород и повысить производительность процесса.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ



ЭФФЕКТЫ

Значительное снижение стоимости и повышение объемов производства высокочистого водорода.

Сдвиг экономического уклада общества в сторону использования водородных технологий.

Переход к более чистым способам энергоснабжения автотранспорта, авиационной техники, бытовой электроники и др.

Автономное энергоснабжение удаленных объектов.

ОЦЕНКИ РЫНКА

30%

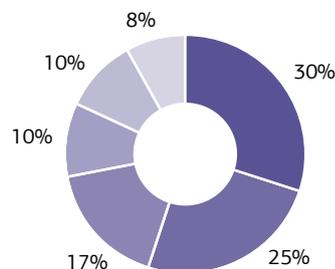
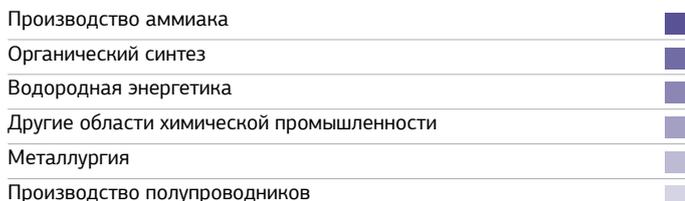
мирового автомобильного парка (700 млн автомобилей) к 2050 г. будут использовать водородные топливные элементы.

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2022–2035 гг.

ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ⬆️ Необходимость перехода к новым видам экологически чистого топлива.
- ⬆️ Развитие широкого спектра технологий, использующих водород (энергетика, транспорт, потребительский сектор и др.).
- ⊗ Использование в наноразмерных катализаторах дорогих палладийсодержащих мембран.
- ⊗ Сложность хранения и транспортировки водорода в компактном виде.
- ⊗ Отсутствие на данный момент дешевого и эффективного способа получения биомассы для производства водорода из возобновляемых источников.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В 2020 Г., ДОЛИ В %



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

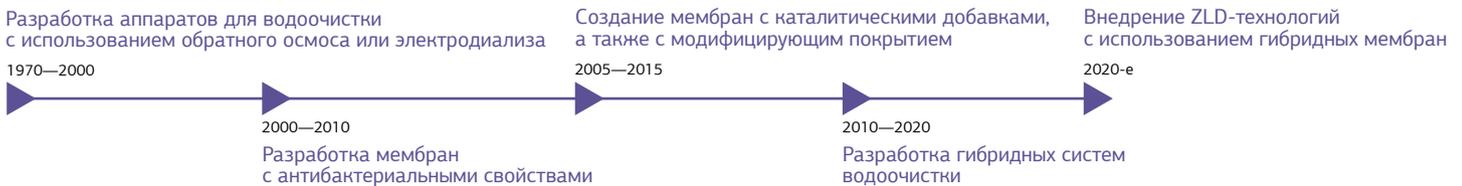
«Возможность альянсов»: наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами.

МЕМБРАНЫ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ: ОБЪЕДИНЕНИЕ ОБРАТНОГО ОСМОСА С ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ

Почти половина населения планеты живет в условиях нехватки чистой воды, поэтому важной задачей становится развитие и внедрение на предприятиях технологий с замкнутым водным циклом, или с нулевым сбросом жидкости (Zero Liquid Discharge, ZLD). Сейчас воду очищают с помощью таких мембранных технологий, как обратный осмос, микрофильтрация и электродиализ. У наиболее распространенного способа — обратного осмоса — есть серьезные преимущества (сравнительно низкая себестоимость и высокая производительность), но и существенный недостаток — невозможность высокой концентрации солей. ZLD-производство создавать на базе только одной технологии невозможно, а с дополнительным применением традиционных методов — неэффективно.

Решением станет объединение обратного осмоса и электродиализа. За счет применения новых материалов можно повысить эффективность обоих методов, оптимизировать систему пор и каналов мембран (в электролизе применяются наноразмерные мембраны с функциональными ионообменными центрами, в обратном осмосе — без функциональных группировок). Например, введение в мембраны небольшого количества каталитически активных наночастиц увеличит производительность электродиализа.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ



ЭФФЕКТЫ

- Удешевление процесса водоочистки.
- Существенное сокращение сбросов загрязненной воды, улучшение ее качества в водоемах и общей экологической ситуации.
- Возможность освоения новых территорий с дефицитом воды.
- Экономия в масштабах государства из-за снижения заболеваемости населения, связанной с потреблением недостаточно чистой воды.

ОЦЕНКИ РЫНКА

\$29,3 млрд

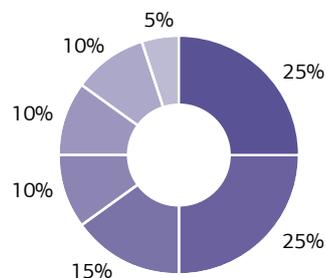
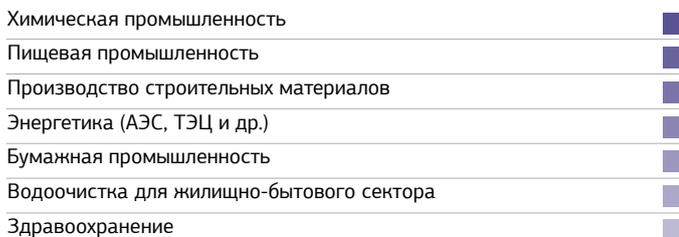
может достичь мировой рынок мембранных материалов в 2019 г. (при среднегодовом темпе роста в 9,4%). Его максимальный рост ожидается в развивающихся странах, где будут внедряться в комплексе мембранные приложения для водоочистки, медицины и переработки газа.

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2030–2040 гг.

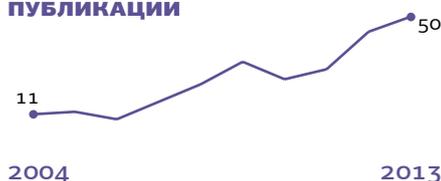
ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ↑ Обострение проблемы «водного стресса».
- ↑ Борьба за улучшение экологической ситуации и сохранение запасов чистой воды.
- ⊘ Необходимость стимулирования разработки систем с замкнутым водным циклом на законодательном уровне (экономических рычагов недостаточно).
- ⊘ Неэффективный контроль промышленных сбросов в водоемы.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ В 2015 Г., ДОЛИ В %



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Паритет»: уровень российских исследований не уступает мировому.