

Приоритет: Электрохимические и термоэлектрические технологии в энергетике

Актуальность и ожидаемые результаты:

Достижения в электрохимии и электрофизике, а также в материаловедении, нанотехнологиях и функциональных наноматериалах последнего десятилетия дают все больше оснований для утверждения, что энергетика стоит на пороге нового технологического уклада. Он будет связан с переходом от централизованного к децентрализованному энергоснабжению на базе электрохимических технологий производства и аккумулирования энергии, а также высокоэффективных технологий термоэлектрического преобразования. Страны, первыми освоившие крупномасштабное производство соответствующего оборудования, получают глобальные конкурентные преимущества на многие годы вперед.

Конечными продуктами должны стать электрохимические генераторы (ЭХГ) электрической энергии (топливные элементы - ТЭ) единичной мощностью от единиц до сотен кВт и соответствующие им электрохимические аккумуляторы электроэнергии, обладающие конкурентными техническими и экономическими характеристиками, а также новые перспективные термоэлектрические преобразователи на основе новых наноматериалов и нанотехнологий.

Топливные элементы должны эффективно использовать широкий спектр топлив: природный газ, сжиженные углеводородные газы, водород, спирты и эфиры, а также продукты газификации твердых топлив, включая биомассу. Термоэлектрические генераторы могут использовать низкопотенциальное тепло солнечного теплового спектра, тепловых и атомных станций и т.д.

Эффективность традиционных энергоустановок на органическом топливе уже практически достигла технологических пределов (примерно 60%) и может быть обеспечена только на установках большой мощности. Эффективность же топливных элементов – технологии прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую энергию – может быть существенно выше (70%) и практически не зависит от мощности установки. Перспективные термоэлектрические технологии могут обеспечить эффективность преобразования (18-22% в настоящее время и до 40% в ближайшие годы), сравнимую с современными традиционными установками, а также обеспечить новые рабочие циклы для гибридного преобразования топливный элемент-термоэлектрический генератор. Важно, что для работы термоэлектрических преобразователей может использоваться сбросное тепло.

Топливные элементы, а также системы термоэлектрического и гибридного преобразования могут легко размещаться непосредственно у потребителя, что обеспечивает колоссальные технологические, экономические и экологические преимущества:

- эффективное использование топливных элементов и термоэлементов в режиме когенерации (совместное производства электроэнергии и тепла) и тригенерации (производство электроэнергии, тепла и холода) с приближением коэффициента использования топлива к 100%;
- отказ от электрических и тепловых сетей с соответствующим сокращением эксплуатационных затрат, потребностей в инвестициях и потерь энергии, что обеспечит уменьшение стоимости энергии для потребителя;
- радикальное решение проблемы обеспечения надежности энергоснабжения и качества электроэнергии;
- унификация оборудования, максимальная заводская готовность, минимальные сроки сооружения и ввода в эксплуатацию, отсутствие проблемы «замораживания» средств, минимизация рисков для инвесторов и, как результат, снижение удельных начальных капиталовложений в установки;
- возвращение в массовый сегмент постоянного тока и сокращение ступеней трансформации энергии (наблюдается тенденция к росту количество приборов у конечных потребителей, использующих постоянный ток: компьютеры, телевизоры, светодиодное освещение и т.д.); создание нового электротехнического оборудования массового спроса и, соответственно, нового сегмента электротехнической отрасли;
- создание нового сектора энергетики с большим количеством новых высококвалифицированных рабочих мест;
- максимальное сокращение выбросов вредных веществ от объектов энергетики в городской черте; топливные элементы являются наиболее экологически чистыми энергоустановками на органическом топливе;
- разработка и использование новых технологий в системах охлаждения центров обработки данных, радиоэлектронного и телекоммуникационного оборудования, оборудования и установок специального назначения.

Успешная разработка рассматриваемых технологий способна совершить революцию в использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Будет решена проблема эффективного использования наиболее масштабных ресурсов – солнечной и ветровой энергии, характеризующихся стохастической энергоотдачей.

Освоение данных технологий может совершить революцию в транспортном секторе за счет массового перехода автотранспорта на электрическую и гибридную тягу. Это обеспечит кардинальное решение проблемы очистки атмосферы городов от выбросов автотранспорта, где они обычно являются преобладающими.

Потенциальная емкость внутреннего рынка топливных элементов, термоэлектрических преобразователей и гибридных установок составляет многие десятки ГВт (стоимостью в сотни млрд. долларов), а внешнего - на порядок больше. Потенциальный спрос на электрохимические аккумуляторы и термоэлектрические и гибридные установки может оказаться много выше.

Основные задачи:

1. Разработка научных основ и создание высокоэффективных и дешевых мембран (протон-, кислородпроводящих) и катализаторов (без использования или с пониженным содержанием дорогостоящих материалов) для топливных элементов.
2. Кардинальное улучшение характеристик литий-ионных аккумуляторов путем создания новых электродных материалов с высокой скоростью заряда/разряда и новых электролитов, способных работать в широком диапазоне температур.
3. Разработка новых типов аккумуляторов, обладающих высокой удельной энергией (литий-воздушных, литий-кислородных, натрий-ионных, магний-ионных и др.) и конкурентными экономическими показателями.
4. Решение проблем тепло- и массообмена в топливных элементах и аккумуляторах с высокими удельными характеристиками мощности и емкости.
5. Разработка новых технологий и роботизированных комплексов для сборки топливных элементов и аккумуляторов с целью кардинального снижения их стоимости при массовом производстве.
6. Разработка новых высокоэффективных технологий генерации водорода из широкой гаммы углеводородов (природного газа, СУГ и др.) и спиртов (биоспиртов) при пониженных температурах, а также путем газификации твердых топлив.
7. Разработка новых эффективных технологий аккумулирования водорода.
8. Разработка научных основ термоэлектрического преобразования на основе новых функциональных наноматериалов, включая нанопроволоки и нанотрубки, нанокристаллические структуры и т.п.
9. Решение проблем тепло- и массообмена в термоэлектрических и гибридных системах.
10. Разработка новых технологий термоэлектрического преобразования на основе низкопотенциального тепла солнечного теплового спектра, тепловых и атомных станций, тепла сжигания мусора, низкопотенциального тепла при работе, теплоты геотермальных источников энергии.

11. Разработка термодинамических основ и технологических схем термоэлектрического преобразования для различных температурных уровней, включая тепла работы электрохимических элементов и гибридных установок нового поколения.

Проблема создания прорывных электрохимических технологий, технологий термоэлектрического и гибридного производства и аккумулирования энергии является междисциплинарной и межотраслевой. Очевидна их исключительная значимость для экономики, социальной сферы и общества.

Своевременная разработка и освоение данных технологий обеспечит технологический прорыв в отечественной промышленности и позволит занять ей достойное место в глобальной системе создания добавленной стоимости. Появляется реальный шанс для отечественной экономики перехода от сырьевого уклада к высокотехнологичному. Данные технологии могут явиться катализатором процесса реиндустриализации страны и составить ее основу.