

ОБ УСИЛЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ В РЕГИОНАХ РОССИИ: СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

*А.М. Байков, В.С. Григорьев, В.Ф. Евстафьев,
Ю.А. Мазалов, В.И. Пятахин, С.П. Фалеев*

В области реализации системного подхода к формированию национальной инновационной структуры основные усилия государства направлены на создание благоприятной экономической и правовой среды, совершенствование инновационной инфраструктуры и механизмов содействия коммерциализации результатов научных исследований и экспериментальных разработок. При этом инновационная деятельность в регионах России организуется в интересах развития региональной инновационной инфраструктуры, предметного ориентирования научных исследований и венчурных проектов, а также обеспечением методической поддержки развития региональных сегментов национальной инновационной системы.

К настоящему времени практически во всех регионах России, обладающих научно-техническим потенциалом получили развитие такие типы инновационной инфраструктуры, как технопарки, инновационно-технологические центры, инновационно-технологические кластеры, центры трансфера технологий, национальные информационно-аналитические центры. Кроме технологической инфраструктуры, получают поддержку развитие венчурных фондов, научных центров, центров коллективного пользования.

В то же время отмечается неразвитость части перспективных элементов инновационной инфраструктуры, что обуславливает низкую эффективность механизмов трансфера знаний и новых технологий на внутренний и международный рынки. Это приводит к тому, что спрос на технологические инновации со стороны отечественных предприятий остается относительно низким и не соответствует условиям достижения устойчивого экономического роста. По данным Росстата, количество промышленных предприятий в России, использующих объекты интеллектуальной собственности в настоящее время, составляет менее 3%.

Среди основных проблем, препятствующих эффективной работе системы центров трансфера технологий, являющихся наиболее масштабным сегментом консалтинговой инфраструктуры, можно выделить следующие:

- слабая организация управления инновационными процессами на уровне регионов и федеральных округов;
- проблемы с выходом, как на внутренние, так и на зарубежные рынки у большинства центров трансфера технологий;
- недостаточная ресурсная база для создания и функционирования таких центров;
- проблемы в нормативно-правовой базе, стимулирующей активизацию инновационной деятельности.

В этой связи одной из основных задач, требующих решение на современном этапе, является преодоление тенденции технологического отставания российской экономики.

В складывающихся условиях ФГУ НИИ РИНКЦЭ считает перспективной формой реализации технологических инноваций – создание системы региональных учебно-

производственных тренажерных технологических центров (УПТТЦ) подготовки инженерно-технического персонала регионов России.

Основной целью их функционирования должно стать усиление инновационной восприимчивости и инновационной активности в регионах России путем комплексной подготовки специалистов по практическому использованию передовых технологий для обеспечения экономически сбалансированного устойчивого развития регионов.

Мы полагаем, что наличие таких центров обеспечит подготовку инженерно-технических кадров, обладающих необходимыми знаниями, навыками и опытом в области организации производства и выведения на рынок конкурентоспособной наукоемкой технологии.

Основными задачами региональных УПТТЦ являются:

- содействие межрегиональному развитию и сотрудничеству в области реализации общезначимых для субъектов Российской Федерации инновационных технологий;

- способствование становлению специфической региональной инновационной инфраструктуры с учетом уникальности и особенностей регионов;

- распространение результатов исследований и разработок, апробированных в научных организациях и центрах России и актуальных для большинства регионов;

- отработка механизма активизации регионального развития малого инновационного предпринимательства и потребности на НИОКР со стороны бизнеса по разработке новых технологий;

- предоставление экспертно-консалтинговых услуг по расширению возможности коммерциализации создаваемых технологий экологической направленности в регионах России;

- формирование информационно-аналитической системы в области технологии в сверхкритических средах, оперативный обмен информацией через имеющийся на сайте РИНКЦЭ региональный портал «наука и инновации в регионах России» с основной целью вести вместе «инновации и инвестиции».

Вся деятельность создаваемых УПТТЦ должна способствовать: смене приоритетов — от экспорта сырья к высоким технологиям; возрастанию доли наукоемкой продукции в российском экспорте; замещению импортных закупок; привлечению иностранных инвесторов.

Создание региональных учебно-производственных тренажерных технологических центров предлагаемых ФГУ НИИ РИНКЦЭ должно стать концептуальным шагом в подготовке мероприятий по инновационно-направленному варианту развития страны и регионов.

Такие центры по обучению и передаче промышленных инновационных технологий призваны не только повысить конкурентоспособность региональной экономики, но и решить комплекс социально-экономических региональных проблем. Российские регионы должны шире участвовать в реализации совместных международных проектов в различных сферах, в том числе затрагивающих экономическую безопасность, коммерциализацию научных и инновационных достижений. Деятельность предлагаемого к созданию УПТТЦ должна не только инициировать развитие важных для региона технологий, но и сократить сроки их перехода к промышленной реализации разработок к дальнейшему экспорту.

Важным в деятельности УПТТЦ является повышение вероятности состыковки разработчика и потребителя технологий, т.е. совмещение двух потоков. Один поток техно-

логий идет от исследователей к промышленности, а второй поток ставит целью поиск заказов в промышленности. Ибо проблема не в инновационных проектах, проблема в том, как «свести вместе» инновации и инвестиции. Создаваемый центр должен способствовать вовлечению результатов исследований в деловой оборот. Важно найти путь, который позволит расширить присутствие отечественных производителей на рынке. Учебно-производственный тренажерный технологический центр подготовки инженерно-технического персонала регионов России должен стать одной из ступенек на этом труднореализуемом пока пути.

Опыт создания специализированных центров имеется и за рубежом и у нас в России. Во Франции, например, создан парк высоких технологий «София Антиполис» близ г. Ниццы. Он расположен на территории 2,3 тыс. га, где размещено 1200 организаций различного профиля, в которых занято 25 тыс. человек. Свыше 1000 фирм являются компаниями с иностранным капиталом.

В Новосибирской области для строительства специальных промышленных площадок по освоению новых производств и новых технологий вкладываются средства, как из федерального бюджета, так и из бюджета Сибирского отделения РАН и из бюджета области. Таким образом, создается специальный организационный механизм, объединяющий усилия институтов и промышленных предприятий. Рассматривается предложение о создании федерального центра исследований наночастиц, наноструктур и наноконструктивов в г. Санкт-Петербурге. Представляется, что создание таких центров с узконаправленной проблематикой в нынешних условиях становится более целесообразным.

Учитывая остроту экологических и энергетических проблем свойственных практически всем регионам России, ФГУ НИИ РИНКЦЭ выходит с проектом создания учебно-производственного центра подготовки инженерно-технического персонала регионов России по освоению инновационных технологий с использованием сверхкритических водных сред.

В проекте «Стратегии Российской Федерации в области науки и инноваций на период до 2010 г.» Министерства образования и науки Российской Федерации в числе перспективных тематических направлений крупных инновационных проектов по приоритетному направлению 2.4. «Рациональное природопользование» обозначено 2.4.7. «Системы утилизации и захоронения высокотоксичных отходов», а по приоритетному направлению 2.5. «Энергетика и энергосбережение» обозначено 2.5.1. «Устройства и установки для водородной энергетики, включая технологии топливных элементов и производства водорода из воды».

На парламентских слушаниях «Обращение с отходами: проблемы законодательного обеспечения и государственного регулирования» в Совете Федерации Российской Федерации 30 ноября 2006 г. отмечалось, что в настоящее время проблема накопления отходов производства и потребления является одной из основных угроз экологической безопасности Российской Федерации. В отвалах и хранилищах на территории Российской Федерации скопилось около 80 млрд. тонн отходов. Точные данные об их образовании, утилизации и размещении за последние годы отсутствуют. Повсеместно малоопасные отходы смешиваются с токсичными отходами, после чего вместе захораниваются на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО).

Кроме того, в настоящее время все еще не решена проблема законодательного и технологического обеспечения утилизации сельскохозяйственных, биологических, медицинских отходов, лекарственных препаратов с просроченными сроками реализации,

фальсифицированных фармацевтических препаратов, лекарственных средств, конфискованных при осуществлении таможенных процедур и т.д.

Основными опасными отходами, на обезвреживание которых должна быть ориентирована перспективная технология, являются стойкие органические загрязнители (СОЗ), список которых декларирован в Стокгольмской конвенции. К наиболее опасным и распространенным ингредиентам относятся полихлорированные углеводороды (ПХБ), к классу которых принадлежат электротехнические диэлектрики типа совтол, совол, аскагель, различные пестициды, типа ДДТ, фосфорорганические, галогенсодержащие. В настоящее время в мире накоплены сотни миллионов тонн жидких и твердых отходов промышленного и бытового происхождения. Ежегодный прирост составляет от 3 до 10 %. Заметное место в ряду этих слагаемых занимают особо токсичные вещества (суперэкоотоксиканты), представляющие собой побочные продукты промышленности – диоксины и фураны.

Следует отметить, что Стокгольмская конвенция по СОЗ была принята в мае 2001 г. Россия присоединилась к ней 22 мая 2002 года (Постановление Правительства РФ от 18.05.02 № 320). Многие межправительственные организации, такие как Экологическая программа ООН (ЮНЕП/UNEP), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ/WHO), Международный форум по химической безопасности (IFCS) по заказу различных правительств создают глобальный план действий против стойких органических загрязнителей.

Первое инновационное предложение в рамках проекта ФГУ НИИ РИНКЦЭ на VII Московском Международном салоне инноваций и инвестиций 2007 г.: «Стационарные и мобильные технологические установки для уничтожения (обезвреживания) широкой номенклатуры высокотоксичных веществ и опасных отходов методом окисления в сверхкритических водных средах».

Существующие в настоящее время подходы к уничтожению высокотоксичных веществ путем их сжигания, захоронения на специальных полигонах, химической и биологической переработки весьма дорогостоящие и не универсальны. Как правило, рабочие технологии уничтожения высокотоксичных веществ (ВТВ) и опасных отходов отсутствуют. Поэтому, в настоящее время ведутся разработки новой технологии уничтожения ВТВ методом сверхкритического водного окисления (СКВО).

Метод СКВО может претендовать на наиболее высокую экологическую и экономическую эффективность и демонстрирует при этом высокую универсальность, обеспечивая полное одностадийное окисление любых органических веществ до безвредных продуктов и выделение из раствора неорганических соединений в виде газов или твердых фаз безопасности загрязнения окружающей среды. При обработке водных смесей органических и неорганических соединений, содержащих вредные вещества, сверхкритической водой при избытке воздуха (или кислорода), температурах 400-500 °С и давлении 220-250 атм. (т.е. выше критической точки воды) не менее 99,99% органических соединений в исходной смеси превращаются в экологически безопасные воду и углекислый газ. Азотсодержащие органические соединения и аммонийные вещества разлагаются с выделением газообразного азота. Хлор, фтор, фосфор и сера из органических веществ образуют кислотные остатки и легко выделяются в виде неорганических солей и окислов.

Скорость реакций при сверхкритических параметрах водной среды соизмерима со скоростью аналогичных реакций при горении топлива на воздухе с температурой во

фронте горения 2300-2800 К. При высокотемпературном сжигании образуется большое количество оксидов азота, требующих нейтрализации, в то время как при СКВО оксиды азота практически не образуются. При сверхкритических условиях ($T > 374,2\text{ }^\circ\text{C}$, $P > 217,6\text{ атм.}$) вода из полярной жидкости превращается в неполярную среду, скорость диффузии возрастает, а ее окисляющая способность резко увеличивается. Полнота химических превращений и их высокие скорости (менее минуты) в процессах СКВО связаны как с уникальными свойствами сверхкритической воды, так и с тем, что реакции протекают в условиях молекулярной дисперсности реагентов, находящихся в гомогенном высокотемпературном флюиде невысокой плотности. Реакции окисления органических соединений экзотермичны, что позволяет эффективно использовать тепло самих реакций, как для поддержания температурного режима процесса, так и для компенсации энергозатрат на разогрев реагентов.

В Российской Федерации технологии СКВО практически не разрабатывались, хотя за рубежом с конца 1980 г. начались исследования в этой области. Конгресс США ежегодно выделяет 15-20 млн. долларов на исследования в области СКВО, включая уничтожение отравляющих и высокотоксичных веществ.

Сведения об опытно-промышленных установках СКВО во многих случаях ограничивается только фактом наличия установок, без каких-либо характеристик. Из общедоступной в России литературы известны следующие установки СКВО:

1. Опытно-промышленная установка фирмы Modar, Inc.(США) производительностью 950 л/сутки по водным стокам при температуре в реакторе 888-908 К. Установка смонтирована на раме для возможной транспортировки и занимает объём 12,2×2,6×2,9 м. Общая наработка составила 240 час. Модельные сточные воды содержали хлорфенол, нитробензол, хлорэтан, хлороформ, четыреххлористый углерод. Полнота разрушения органики достигла 99,995 %.

2. Опытно-промышленная установка ВМС США производительностью 0,189 м³/сутки, работающая при давлении 23,8 МПа, температуре 650 °С и времени пребывания веществ в реакторе 10 с. Предназначена для обезвреживания водных стоков, содержащих краски, масла, хлорорганические растворители, полихлорированные бифенилы и т.п.

3. Опытно-промышленная установка Армии США производительностью 0,379 м³/ч для уничтожения пиротехнического снаряжения боеприпасов. Разработку технологии выполняли Sandia National Laboratories.

4. Промышленная установка с производительностью 15 тн/сутки по сухой массе.

5. Опытно-промышленная установка по очистке муниципальных стоков (Швейцария) разработана Institute fuer Verfahrens und Kaltetchnik.

6. Опытная установка переработки отходов пилотируемого космического аппарата.

7. Опытная установка для уничтожения хлорированных углеводородов с защитой корпуса и реактора с помощью пристеночных слоев чистой воды. Нарботка установки составила более 1000 часов при температуре 420-460 °С, давлении 40 МПа и времени пребывания веществ в реакторе 22-224 с. Полнота разрушения дихлорметана составила более 99,99%.

Инициативные теоретические, расчетные и экспериментальные исследования, выполненные в Государственном научном учреждении Всероссийском научно-исследовательском технологическом институте ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГНУ ГОСНИТИ) с участием специалистов ФГУ НИИ РИНКЦЭ,

подтвердили возможность уничтожения ВТВ по технологии СКВО при использовании в качестве окислителей кислорода, воздуха, перекиси водорода, хлорсодержащих и нитратных окислителей. Условием осуществления СКВО является подача в реактор уничтожаемых материалов в виде раствора или водной суспензии. При достаточном содержании в исходной реакционной смеси органических веществ (10-25%) процесс СКВО протекает с выделением тепла 10-20 МДЖ/кг (для сравнения, тепловыделение при сжигании бензина 40 МДЖ/кг), которого хватает не только для самообеспечения установки электрической и тепловой энергией, но и для отдачи энергии внешним потребителям.

Созданная установка СКВО имеет блочно-модульную конструкцию. Управление работой установки СКВО осуществляется дистанционно с использованием автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ). Модуль установки состоит из следующих технологических блоков (узлов):

- приготовление и подача реагентов в реактор;
- реакторный узел;
- выделение твердых отходов;
- вывод отходящих газов;
- автоматизированный комплекс контроля и управления технологическим процессом.

Установка может состоять из нескольких независимых модулей или комплектоваться с объединением одного или нескольких блоков. Например, автоматизированный комплекс контроля и управления технологическим процессом обеспечивает работу одного блока приготовления и подачи реагентов в реактор; двух и более блоков выделения твердых отходов; одного блока вывода отходящих газов.

Габариты установки производительностью 5 м³/сутки составляют 3-2 м при высоте 2,5 м. Вес около 1500 кг, что позволяет перевозить ее на грузовом автотранспорте, монтировать и эксплуатировать на месте.

По результатам сравнения различных технологий уничтожения токсичных веществ, в том числе отходов, метод СКВО:

- обеспечивает полную деструкцию органической составляющей до оксида углерода, воды и молекулярного азота;
- применим к широкому спектру органических соединений, в том числе трудноокисляемых, а также элементоорганических соединений;
- наименее капиталоемок и дешев в эксплуатации;
- имеет возможность утилизации тепловой энергии, позволяет в ряде случаев добиться не только полного самоэнергообеспечения, но и выработки дополнительной энергии;
- переводит присутствующие неорганические элементы в оксиды и соли, которые могут быть утилизированы.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Уничтожение высокотоксичных веществ является актуальной и социально значимой проблемой.
2. Технология сверхкритического водного окисления может обеспечить уничтожение высокотоксичных веществ любого класса и состава.
3. Результаты экспериментальных и теоретических исследований подтверждает возможность и целесообразность разработки технологической опытно-промышленной и промышленной установок для уничтожения высокотоксичных веществ и опасных отходов.

4. Технология сверхкритического водного окисления имеет существенные преимущества по сравнению с известными технологиями уничтожения.

5. Предлагаемый проект может быть реализован в течение 12 месяцев со сроком окупаемости 2-3 года.

Наряду с насущной необходимостью проведения государственной политики в сфере обращения с опасными отходами и снижения их негативного влияния, в настоящее время накопилось множество нерешенных проблем, связанных с традиционными видами топлива. В их числе: сильная зависимость стран потребителей нефти от мировых цен на нефть, неудовлетворительная чистота автомобильных выбросов в атмосферу, дороговизна транспортировки природных газов с труднодоступных месторождений и др. Эти нерешенные проблемы заставляют искать новые альтернативные виды топлива. При этом, критериями перехода с традиционных видов топлива на новые являются: снижение энергозатрат, улучшение экологических показателей, использование возобновляемых или получаемых в технологических процессах как попутных видов топлива. Условно направления, по которым идут интенсивные исследования по созданию альтернативных видов топлива, заменяющих используемые в настоящее время в промышленности, на транспорте, можно назвать следующие: биотопливо, водородное топливо, перевод на газовое топливо, диметиловый эфир, ядерная энергетика и др.

Второе инновационное предложение в рамках проекта ФГУ НИИ РИНКЦЭ на VII Московском Международном салоне инноваций и инвестиций 2007 года. «Технологические установки получения водорода, тепловой энергии и нанокристаллических порошков сжиганием алюминия в сверхкритических водных средах».

Углеродная энергетика остается в настоящее время приоритетной для мобильных, децентрализованных и автономных энергетических систем. С учетом ограниченности и невозможности природных ресурсов, сложной системы эксплуатации и экологических последствий применения углеродного горючего актуальным является поиск новых альтернативных химических источников энергии. Разработка алюмоводородных технологий, основанных на получении водорода сжиганием алюминия в водных средах, и их применение в энергетических установках ликвидирует монополизм углеродной энергетике.

Алюмоводородные технологии являются составной частью алюмоэнергетики и относятся к числу процессов с использованием возобновляемых ресурсов. Замкнутый цикл движения алюминия как энергоносителя включает сжигание его в водных средах до оксида алюминия, восстановление оксида алюминия электролизом до алюминия и последующее его использование в качестве энергоносителя.

Алюмоводородные технологии являются базовыми для водородной энергетики, в том числе и для энергоустановок на топливных элементах. Применение алюмоводородных генераторов позволит решить проблему безопасности перспективных транспортных средств и подвижных агрегатов с водородными двигательными установками, работающими в настоящее время на жидком (криогенном) водороде. Алюминий является безопасным и эффективным источником получения водорода (один объем алюминия обеспечивает при сжигании в воде генерацию 3243 объемов водорода; а один объем жидкого водорода при газификации образует 850 объемов водорода).

Применение алюминия как энергетического сырья обеспечивает возможность создания необходимых энергоресурсов, так как для его транспортировки и хранения не требуются специальные емкости и заправочные системы. Срок хранения алюминия

практически неограничен, и его запасы по сравнению с углеводородным горючим являются компактными (плотность алюминия $2,7 \text{ г/см}^3$, плотность углеводородных горючих менее $0,8 \text{ г/см}^3$).

Разработка алюмоводородных технологий позволит внести существенный вклад в решение проблем перехода к водородной энергетике. Водород нельзя называть источником энергии. В природе он находится в связанном виде, входя в состав воды, тех или иных природных углеводородов, биомассы, различных органических отходов. Для широкого применения водорода в энергетике должны быть решены проблемы его эффективного производства и применения в электрохимических процессах и термодинамических циклах для конечного получения электрической, механической энергии и тепла. Известные в настоящее время способы не обеспечивают полноту окисления алюминия водой и являются малопродуктивными.

Для обеспечения сжигания алюминия в водных средах предлагается увеличить скорость диффузии за счет активации порошков алюминия путем замены прочной оксидной пленки на полимерную водорастворимую и применения воды при около- или сверхкритических параметрах ее состояния.

Активация алюминия может осуществляться, например, по технологии предварительного измельчения выпускаемых промышленностью алюминиевых порошков в среде водорастворимого полимера, что обеспечивает замену оксидной пленки на полимерную, которая хорошо защищает поверхность алюминия от окисления кислородом воздуха. При попадании водной среды на полимерную пленку последняя растворяется, и частицы алюминия вступают в реакцию с молекулами воды.

При сверхкритических параметрах воды ($T_{кр} = 374,2 \text{ }^\circ\text{C}$, $P_{кр} = 217,6 \text{ атм.}$) почти полностью разрушаются водородные связи и молекулы воды не проявляют взаимосвязанности. Из полярной жидкости вода превращается в неполярную среду, скорость диффузии возрастает, а ее окисляющая способность резко увеличивается. Скорость реакций при сверхкритических параметрах водной среды соизмерима со скоростью аналогичных реакций при горении топлива на воздухе с температурой во фронте горения $2300\text{--}2800 \text{ К}$. При высокотемпературном сжигании в воздушных средах образуется большое количество оксидов азота, требующих нейтрализации, в то время как при сжигании в водных средах оксиды азота практически не образуются.

Предложенные два направления активизации процесса окисления алюминия в водных средах могут быть реализованы как независимо, так и совместно. Например, химически пассивные даже в кипящей воде алюминиевые порошки будут окисляться с высокой скоростью в сверхкритической воде, а повышение реактивной активности алюминия за счет диффузионно-непроницаемой оксидной пленки на водорастворимую полимерную позволит обеспечить достаточно высокую степень его окисления при докритических параметрах состояния воды. При этом, чем выше активность алюминия, тем ниже давление и температура процесса по сравнению со сверхкритическими параметрами воды. Однако максимальная скорость и полнота окисления порошков алюминия обеспечиваются при сверхкритических параметрах состояния водной среды.

Безопасность и экологическая чистота получения водорода сжиганием алюминия в водных средах обеспечивается пожарно- и взрывобезопасностью исходного сырья (вода и суспензия порошка алюминия в водорастворимом полимере), конструкцией установки, работой ее в режиме газогенератора с регулируемым расходом водорода, отсутствием токсичных газообразных веществ в продуктах реакции и возможностью полной регене-

рации исходного сырья (алюминия) из оксида алюминия по промышленной технологии (электролиз).

В результате теоретических расчетов и экспериментальных исследований ГНУ ГОСНИТИ установлено, что при сжигании 1 кг алюминия в водных средах наряду с тепловой энергией (17,1 МДж) выделяется большое количество высокочистого водорода (1,2 м³) и образуется более 2 кг особоочистых нанокристаллических оксидов и гидроксидов алюминия, рыночная стоимость которых \$ 50-400кг.

В настоящее время разработаны и испытаны лабораторная и пилотная установка для сжигания алюминия в водных средах, отработана опытная технология активации алюминия, наработана опытная партия активированного алюминия и проведены испытания по сжиганию алюминия в водных средах при докритических и сверхкритических параметрах, подтверждающие высокую скорость (более 30 г AL/с) и полноту сгорания (более 99,9%).

Таким образом, сжигание алюминия в до- и сверхкритические водных средах можно рассматривать как эффективный способ получения водорода, обеспечивающий получение в качестве побочных продуктов особоочистых нанокристаллических гидроксидов (бемит) и оксидов (корунд) алюминия. При условии реализации оксидов и гидроксидов алюминия как товарных продуктов сама технология получения водорода становится не затратной, а высокоэффективной.

В результате реализации проекта предлагается создать опытно-промышленную установку производительностью 84 НМ водорода и 140 кг нанокристаллического гидроксида алюминия (бемита) высокой чистоты ТУ № 2133-001-588449237-2003 в сутки при односменном режиме работы.

В практическом плане это должно позволить решать задачи:

1. Получения водорода для технологических нужд: газовая сварка, химические производства (получение аммиака, хлористого водорода, метилового спирта и других органических и неорганических соединений), нефтеперерабатывающая промышленность (гидрогенизация мазута и масел), металлургия (восстановление цветных металлов из их оксидов), пищевая промышленность (получение из растительных масел твердых жиров) и др.

2. Получения водорода как экологически чистого топлива, не содержащего углерод и серу, что необходимо для обеспечения работы автономного генератора водорода для экологически чистого электроприводного водородного автотранспорта, энергетических установок (водородные двигатели внутреннего сгорания, газотурбинные и реактивные двигатели, тепло-и газогенераторы), децентрализованное энергоснабжение на основе водородных топливных элементов и др.

3. Получения нанокристаллических гидрооксидантов и оксидов алюминия высокой чистоты для применения в качестве керамических, композиционных, абразивных, каталитических и др. материалов.