

Аннотация исследования, разработки

Номер контракта № 02.516.11.6029 от 16 мая 2007 г.

Тема исследования, разработки: Проведение исследований, разработка технологий, методов и средств для создания научно-технического задела по обеспечению водородной безопасности

1. Характеристика созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

Проведен анализ научно-технической литературы по горению и диффузии водородно-воздушных смесей в больших объемах, по датчикам водорода, кислорода и каталитическим дожигателям и нормативной документации по водородной безопасности и определены основные направления работ по проекту.

Значительная часть работ данного этапа была направлена на создание научно-технического задела по обеспечению водородной безопасности и подготовки технической базы для разработки и испытаний датчиков концентрации водорода, кислорода, клапанов сброса давления и каталитических дожигателей водорода.

Разработана теория концентрационных пределов распространения пламени, а также критических условий перехода горения во взрыв водородно-воздушных смесей при наличии и при отсутствии ингибиторов. Проведены эксперименты и испытания по проверке основных положений теории.

Проведенные экспериментальные исследования нестационарного горения водородно-воздушных смесей в условиях кумуляции, исследования процессов ингибирования водородно-воздушных смесей выполнены на высоком научно-техническом уровне и соответствуют передовым достижениям в мире в этой области, о чем свидетельствует интерес к этим работам, проявленным на международных конференциях, а ингибирование горения смесей при атмосферном и более высоком давлении путем обрыва реакционных цепочек

является достижением российской науки и развивается только исполнителями проекта.

Модернизирована экспериментальная установка для исследования самовоспламенения водорода. Разработаны физическая и математическая трехмерные модели истечения водорода и воспламенения водородно-воздушной смеси внутри канала с учетом теплопотерь в стенки.

Проведена модернизация стендовой базы для проведения комплексных испытаний системы контроля водорода, а также экспериментальной базы для проведения испытаний рекомбинаторов водорода для увеличения допустимых концентраций водородосодержащих смесей.

Усовершенствован газоанализатор водорода, который работает при давлении 0,08 до 0,7 МПа, измеряет концентрацию водорода в пределах 0–100% (об.) при температуре до 200°C неограниченно по времени, при температуре до 250°C – в течение часа, при температуре до 700°C – в течение 250 с.

Усовершенствованные датчики водорода и кислорода имеют наивысшие эксплуатационные параметры и позволяют использовать их при тяжелых авариях на АЭС. Реконструкции экспериментальных установок благополучно завершены и установки опробованы.

2. Области и масштабы использования полученных результатов

Полученные результаты направлены на решение проблем безопасности при производстве, хранении, транспортировке и использовании водорода. Водород имеет широкое применение во всех отраслях народного хозяйства, но особенную актуальность вопросы безопасности работы с водородом приобретают в связи с бурным развитием «водородной экономики», переход к которой в мире ожидается в ближайшие десятилетия. Переход на водородную экономику означает не только его широкое применение при производстве электроэнергии, но и использование его в индивидуальных транспортных средствах, что делает вопросы безопасности особенно актуальными.

В работе исследованы практически неизученные режимы горения водородно-воздушных смесей, имеющие большое значение для проблем безопасности. При этих режимах развиваются разрушительные давления, в десятки и даже в сотни раз превышающие давления во фронте стационарной детонации, но в отличие от нее они могут развиваться от слабого источника энергии.

Полученные результаты предполагается использовать для подготовки нормативных документов по водородной безопасности. Ранее возможность возникновения таких режимов ни в каких стандартах по безопасности при работе с водородом не учитывались. Разрабатываемые стандарты смогут применяться во всех отраслях промышленности, где используется или получается водород, и в первую очередь в водородной энергетике.

Социально-экономический эффект от разрабатываемых стандартов будет связан с более высокой степенью безопасности при работе с водородом, так как на основе вновь проведенных исследований в этих стандартах будут учтены и наиболее опасные нестационарные режимы горения водородно-воздушных смесей.

Разработанные физическая и математическая трехмерные модели истечения водорода и воспламенения смеси внутри канала с учетом теплотерь в стенке при импульсном истечении струи водорода в трубку с воздухом позволят разработать оптимальную конструкцию клапана сброса давления.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволяют разработать ингибиторы, подавляющие горение водородно-воздушных смесей при концентрации ингибиторов на порядок меньшей, чем концентрация применяемых в настоящее время инертных наполнителей. Ингибиторы будут экологически чистыми, коррозионно-безопасными и дешевыми.

Разрабатываемые ингибиторы в силу их высокой эффективности смогут применяться не только в водородной энергетике, но и в других областях,

где надо либо подавить горение водорода, либо регулировать его интенсивность.

Разрабатываемые технологии и устройства найдут широкое применение в промышленности и в водородной энергетике, так как часть из них (клапан сброса давления) не имеют аналогов, другие (газоанализатор водорода, работающий при повышенных давлении и температуре, каталитические дожигатели водорода) имеют более высокие эксплуатационные характеристики по сравнению с существующими в России и в мире. Эти устройства будут способствовать повышению безопасности в развивающейся водородной энергетике и при работе на АЭС.

В рамках данной работы получен патент на полезную модель №64940 «Рекомбинатор водорода и кислорода».

Заместитель директора ОИВТ РАН

 (Зейгарник В.А.)
