

УДК 544.032.65

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ НАНОЧАСТИЦ

Ефимов А.О. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., ассистент Самохвалов А.А.
(Университет ИТМО)

Данная работа посвящена изучению процессов генерации водорода при воздействии лазерного излучения на коллоидные растворы ферромагнитных наночастиц. Коллоиды предварительно получены методом лазерной абляции в жидкости. По результатам экспериментов получены зависимости генерации водорода с помощью полупроводникового датчика измерения газов, получены зависимости концентрации водорода от концентрации наночастиц и режимов лазерного воздействия.

Введение. Одними из основных проблем, возникающих при производстве электроэнергии и тепла, являются экологические проблемы, такие как глобальное потепление и загрязнение воздуха, предотвратить которые возможно при переходе к водородной энергетике. Водород является отличной альтернативой другим источникам энергии за счёт своего изобилия в мире и отсутствия отрицательного воздействия на окружающую среду (при условии его производства с использованием возобновляемых источников энергии или атомных электростанций). Однако водород не существует в природе в свободной форме и для его получения применяются различные физико-химические методы добычи. Четыре основных метода промышленного производства водорода – добыча из природного газа и нефтепродуктов, газификация угля и электролиз воды, на которые приходится большая часть мирового производства водорода, являются эффективными, однако наносят вред экологии из-за выработки углекислого газа. Существующая научная проблема повышения производительности генерации «зеленого» водорода может быть исследована в том числе с применением метода генерации водорода под воздействием лазерного излучения на коллоидные растворы наночастиц металлов. В большинстве современных научных работ, связанных с генерацией водорода с помощью лазерного излучения, не рассматривались аспекты генерации водорода на магнитных наночастицах, находящихся в области магнитного поля, а также уделялось мало внимания количественным характеристикам получаемого газа на выходе.

Основная часть. Существует два механизма генерации водорода при воздействии лазерного излучения на коллоиды, первый – низкопороговый, связанный с нагревом наночастиц без образования плазмы, и второй, связанный с образованием плазмы оптического пробоя на наночастицах и дальнейшей диссоциацией молекул воды под действием образующейся плазмы. Исследование проводилось на лазерном комплексе на базе технологического импульсного иттербиевого волоконного лазера ($\lambda = 1,064$ мкм.; $P_{\text{ср}} = 20$ Вт; $\tau = 4 - 200$ нс). Для получения наночастиц и железа и никеля использовалась лазерная абляция мишени в жидкости. Известно, что коллоидные растворы ферромагнитных наночастиц нестабильны, поэтому к наночастицам было приложено магнитное поле, обеспечивающее стабильность коллоидного раствора. Помимо этого, для отсутствия коагуляции растворов применялся полиэтилен гликоль, как поверхностно-активное вещество. Концентрации наночастиц контролировали с помощью спектрофотометра СФ-56, применяемого для измерения оптической плотности коллоидных растворов. Была разработана специальная кювета с внешними стационарными магнитами и полупроводниковым газоанализатором MQ-8, который производил измерения концентрации образующегося водорода. Генерация водорода осуществлялась путем воздействия импульсного лазерного излучения на коллоидные растворы наночастиц. Для эффективности генерации облучение осуществлялось по спиральной

траектории с использованием гальванометрического сканатора при скорости сканирования до 8 м/с.

Выводы. В ходе исследования получены зависимости генерации водорода на коллоидах ферромагнитных наночастиц при изменении их концентрации, а также от частоты следования лазерных импульсов, их энергии и длительности. Результаты данной научной работы в перспективе могут быть актуальны для создания фундаментальных основ декарбонизированной методики лазерного синтеза водорода, а также для задач возобновляемой энергетики и устойчивого экологического развития.

Ефимов А.О. (автор)

Подпись

Самохвалов А.А. (научный руководитель)

Подпись