

ВЛИЯНИЕ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФАЗУ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ В НАНОПОРОШКЕ АЛЮМИНИЯ

И.К. Калинин, А.В. Мостовщиков, А.П. Ильин, А.В. Коршунов, П.Ю. Чумерин, Д.В. Исмаилов
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
 E-mail: avmost@tpu.ru

Порошки алюминия широко применяют в металлургии и аддитивных технологиях. Вместе с тем, для порошковых материалов существенной проблемой является их быстрое окисление при хранении в атмосфере воздуха. Восстановление окисленных порошков алюминия возможно проводить в среде восстановителя (например, водорода) при отжиге. Возможность восстановления оксида алюминия до металла в виде относительно устойчивых кристаллитов Al в оксидной матрице при воздействии электронного пучка с энергией 100-300 кЭв показана в работе [1]. Таким образом, актуальным является исследование возможности улучшения характеристик окисленного порошка алюминия.

В работе использованы нанопорошки алюминия, полученные методом электрического взрыва проводника в среде аргона [2, 3]. Установлено, что при различных видах высокоэнергетических воздействиях на нанопорошки алюминия происходит увеличение содержания металлического алюминия, т.е. происходит восстановление алюминия из оксидной оболочки. Более подробно методики генерации высокоэнергетических излучений и методики облучения алюминия приведены в работах [4, 5].

Содержание металлического алюминия в образцах порошка Al после энергетического воздействия определяли при помощи волюмометрического метода по объему водорода, выделившегося при взаимодействии навески порошка с раствором щелочи. Волюмометрическая установка состояла из колбы Вюрца ($V=250$ мл), бюретки ($V=50$ мл) и уравнильной воронки. При взаимодействии Al с раствором выделяющийся H_2 вытесняет уравнильный раствор (насыщенный раствор NaCl) из бюретки в воронку, совмещение уровня раствора в воронке и бюретке позволяет определить объем H_2 . Раствор в колбе Вюрца $V=100$ мл содержал NaOH концентрацией 0,2 М на фоне насыщенного раствора NaCl (использован для снижения влияния растворимости H_2 в растворе на результаты измерений). Измеренный объем H_2 корректировали с учетом давления насыщенных паров воды, приводили к нормальным условиям и использовали для расчета содержания металлического Al по уравнению: $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$.

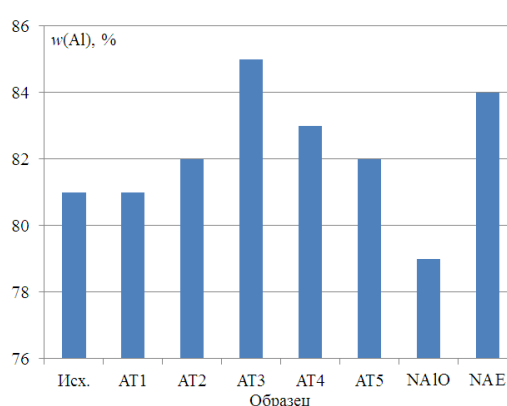


Рис. 1. Среднее содержание металлического Al в образцах (мас. %) по данным волюмометрического анализа (массы навесок 15-25 мг, трёхкратное повторение)

Из полученных данных (рис. 1) следует, что в зависимости от вида воздействия, его энергии и продолжительности содержание металлического Al выше, чем в контрольном образце. Наибольший эффект получен при действии СВЧ-излучения (рис. 1, образец AT-3) Этот эффект обусловлен восстановлением оксида Al в составе оксидно-гидроксидной оболочки частиц Al до металла.

Таким образом, высокоэнергетические излучения можно использовать для уменьшения толщины оксидной оболочки на нанопорошках алюминия.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, проект № 11.1928.2017/4.6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bonevich J. E., Marks L. D. Electron radiation damage of α -alumina // *Ultramicroscopy*. – 1991. – V. 35. – P. 161-166.
2. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. – 148 с.
3. Мостовщиков А.В., Ильин А.П., Захарова М.А. Запасание энергии нанопорошком алюминия в напряженно-деформированном состоянии кристаллической решетки // *Известия ТПУ. Инжиниринг*. – 2016. – Т. 327. – № 2. – С. 77–82.
4. Ильин А.П., Мостовщиков А.В., Пак А.Я. Влияние однородных магнитного и электрического полей на микроструктурные и субструктурные характеристики продуктов сгорания нанопорошка алюминия в воздухе // *ЖТФ*. – 2016. – Т. 86. – Вып. 12. – С. 95–98.
5. Мостовщиков А.В., Ильин А.П., Чумерин П.Ю., Юшков Ю.Г., Ваулин В.А. Влияние СВЧ-излучения на термическую стабильность нанопорошка алюминия // *Письма в ЖТФ*. – 2016. – Т. 42. – Вып. 7. – С. 17–22.