

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ НИКЕЛЯ ИЗ ГОРЮЧИХ ВОДНО-СОЛЕОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ В ВОЗДУШНОЙ ПЛАЗМЕ

Н.В. Тундешев, Т.И. Лемешенко

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. А.Г. Каренгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: tundeshev93@mail.ru

RESEARCH OF NICKEL POWDERS PRODUCING FROM INFLAMMABLE WATER-SALT ORGANIC COMPOSITIONS IN AIR PLASMA

N.V. Tundeshev, T.I. Lemeshenko,

Scientific Supervisor: lecturer, Phd. A.G. Karengin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: tundeshev93@mail.ru

***Abstract.** This article shows results of thermodynamic modeling of plasma treatment of inflammable water-salt organic compositions in air plasma. Compositions based on special nickel compounds and different flammable substances. Process was carried out for widely temperature and mass fraction ranges of air plasma coolant. Also optimal consists of inflammable water-organic compositions and modes for practical application this process in air plasma were determined.*

Бетавольтаические батареи сегодня развиваются в особо значимую группу источников питания за счёт таких характеристик, как малый размер и вес, длительность эксплуатации и устойчивость к агрессивным внешним воздействиям. Использование высокообогащённого по изотопу никеля-63 позволит повысить эффективность батарей в 40 раз, а ресурс работы увеличить до 50 лет.

Однако применяемые методы получения таких порошков никеля, связанные с электролизом никельсодержащих растворов и термическим разложением карбонила никеля, многостадийны, экологически небезопасны и требуют значительных энергозатрат (до 17-20 МДж/кг) [1].

Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при обработке никельсодержащих растворов в воздушно-плазменном потоке в виде диспергированных водно-солеорганических композиций (ВСОК). В качестве исходного соединения никеля рассматривались гексагидрат нитрата никеля (ГНН) и трифторфосфин никеля (ТФН), который является рабочим веществом при газоцентрифужном разделении изотопов никеля [2].

Жидкие композиции считаются горючими, если они обладают низшей теплотой сгорания $Q_n^p \geq 8,4$ МДж/кг [3]:

$$Q_n^p = \frac{(100-W-A) \cdot Q_n^c}{100} - \frac{2,5 \cdot W}{100},$$

где:

Q_n^c – низшая теплота сгорания горючего компонента композиции, МДж/кг;

W и A – содержание соответственно воды и негорючих минеральных веществ в отходе, %;

2,5 – скрытая теплота испарения воды при 0 °С, МДж/кг.

В опытах установлено, что достаточное и полное сгорание горючих композиций в камерах с небольшими потерями тепла в окружающую среду наблюдается при температуре процесса ≈ 1200 °С [4].

В результате проведенных расчетов показателей горения различных по составу модельных никельсодержащих ВСОК на основе этилового спирта (ацетона) определены следующие оптимальные составы горючих ВСОК, обеспечивающие их энергоэффективную обработку в воздушной плазме:

1. ВСОК-1 (55 % ГНН : 45 % Этанол).
2. ВСОК-2 (70 % ГНН : 30 % Ацетон).
3. ВСОК-3 (57 % ТФН : 43 % Этанол).
4. ВСОК-4 (55 % ТФН : 45 % Ацетон)

По результатам термодинамического моделирования процесса плазменной обработки никельсодержащих ВСОК определены оптимальные режимы их обработки в воздушной плазме для получения никеля в конденсированной фазе. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA».

На рисунках 1,а и 1,б представлены характерные равновесные составы соответственно газообразных и конденсированных продуктов плазменной обработки горючей ВСОК-4 в воздушной плазме при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 74 %.

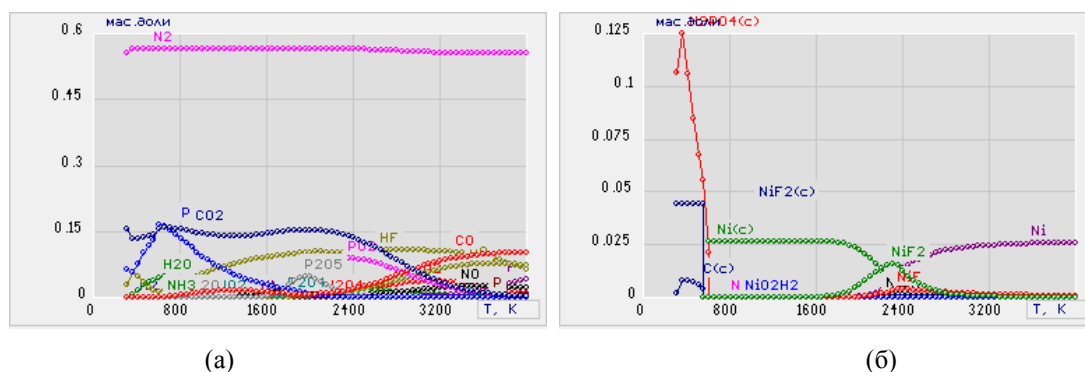


Рис. 1. Равновесный состав газообразных (а), конденсированных (б) продуктов плазменной обработки ВСОК «ТФН – ацетон» в воздушной плазме (74 % воздух : 26 % ВСОК)

Из анализа равновесных составов следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 74 % основными газообразными продуктами плазменной обработки ВСОК-4 при температурах до 1500 К являются N_2 , CO_2 и H_2O . При температурах до 800 К основными продуктами являются фториды никеля в конденсированной фазе. При температурах 800-2000 К образуется требуемый целевой продукт в виде никеля в конденсированной фазе. Отсутствие сажи $C(c)$, CO , NO , NO_2 и HCl указывает на то, что процесс плазменной обработки ВСОК-4 идёт в экологически безопасном режиме. Повышение доли воздуха приводит к формированию нецелевого оксида никеля в конденсированной фазе.

На рисунке 2 графически представлено влияние температуры и состава ВСОК на удельные энергозатраты на процесс их обработки в воздушной плазме.

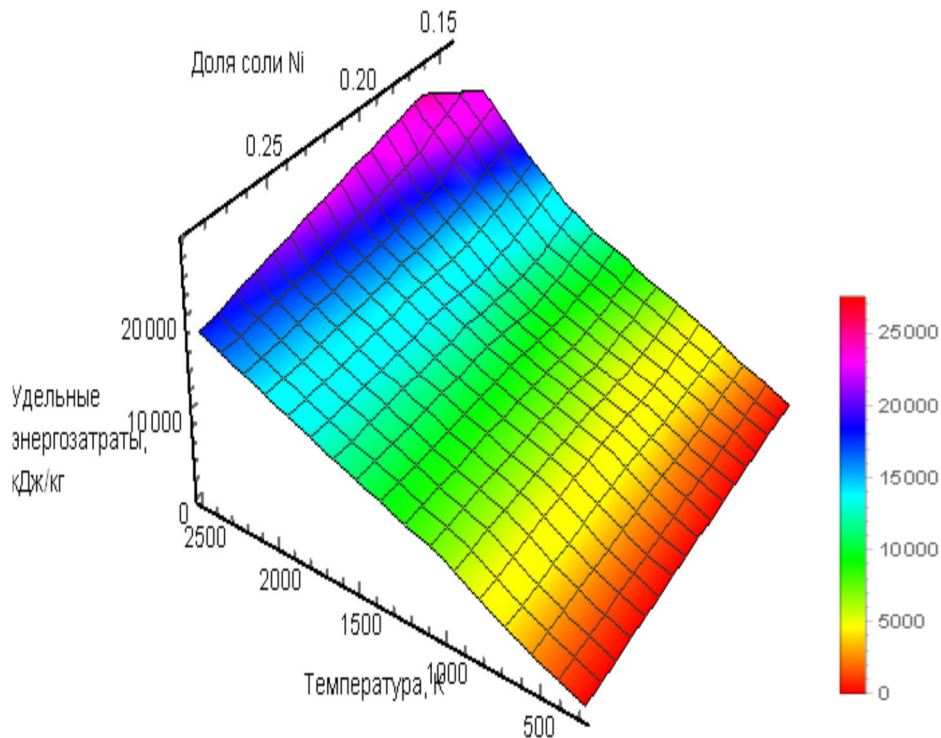


Рис. 2. Влияние температуры и состава ВСОК на удельные энергозатраты на процесс их плазменной обработки в воздушной плазме

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса плазменной обработки никельсодержащих горючих ВСОК, содержащих ТФН, в воздушной плазме следующие оптимальные режимы:

- состав ВСОК-4 (55 % ТФН : 30 % Ацетон);
- массовое отношение фаз (74 % воздух : 26% ВСОК-4);
- интервал рабочих температур (1500±100) К.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для создания энергоэффективной технологии получения порошков никеля для производства бетавольтаических батарей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джероуэн Куэнен. Производство никеля. ЕМЕП/ЕАОС, 2009.
2. Кучелев А.П., Ремин Г.В., Руднев А.И., Соснин Л.Ю., Чельцов А.Н. Особенности центробежного получения высокообогащенного изотопа никель-58. 5-я всероссийская научная конференция «Физико-химические процессы при селекции атомов и молекул»: сборник докладов. г. Звенигород, 2000. С. 71-75.
3. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
4. Шурыгин А.П., Черненко Н.А., Бернадинер М.Н.// Химическая промышленность, 1975. №8. С 28-31.