

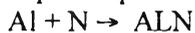
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ РАБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ ИСТОЧНИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ И ДИСПЕРСИОННЫМ СОСТАВОМ ПОЛУЧАЕМОГО ПОРОШКА

*Р.П. Быков*

Научный руководитель – *О.О. Кузнецик*

*Белорусский национальный технический университет*

Объектом исследования являлся процесс взаимодействия потока плазмообразующего газа с потоком порошковых частиц алюминия во время протекания плазмохимического синтеза



в реакторе плазмотрона высокочастотной индукционной установки П-05.

Из анализа работ [1 – 5] следует, что на коэффициент полезного действия такой установки, кроме индукционного тока, частоты электромагнитного излучения, соотношения линейных размеров газоразрядной камеры к линейным размерам факела плазмы, расхода плазмообразующего газа, оказывает влияние также и взаимодействие потока газа с потоком частиц порошка, которые подаются в реактор плазмотрона. Взаимодействие порошковых частиц с плазмообразующим газом образуют динамическую систему, состоящую из двух типов вещества, находящихся в различных фазовых состояниях (газ – твердое тело) или двухфазный поток. В этой системе может происходить нагрев материала порошковой частицы до температур плавления и кипения. Время нагрева зависит от соотношений массы порошка к массе газа (коэффициента двухфазности потока) и удельной теплоемкости материала порошковой частицы к удельной теплоемкости плазмообразующего газа при постоянном давлении (коэффициента относительной удельной теплоемкости). Зная эти соотношения можно установить взаимосвязь между рабочими параметрами источника низкотемпературной плазмы и дисперсионным составом получаемого порошка.

Целью работы являлось исследование влияния коэффициентов двухфазности потока и относительной удельной теплоемкости на время нагрева и плавления порошковой частицы, определение взаимосвязи между рабочими параметрами источника низкотемпературной плазмы и дисперсионным составом получаемого порошка.

При выполнении научно-исследовательской работы были проведены теоретические исследования теплообмена в двухфазном потоке молекул газа с частицами порошка. Для описания характера теплообмена был введен коэффициент  $K$ , устанавливающий степень двухфазности потока:

$$K = \frac{m_{n.ч} c_{n.ч}}{m_2 c_2} = \frac{\rho_{n.ч} V_{n.ч} c_{n.ч}}{\rho_2 V_{02} c_2} = \frac{\pi \rho_{n.ч} D_0^3 c_{n.ч}}{6 \rho_2 V_{02} c_2},$$

где  $m_{n.ч}$ ,  $m_2$  – массы порошковой частицы и газа;  $c_{n.ч}$ ,  $c_2$  – удельные теплоемкости порошковой частицы и газа;  $\rho_{n.ч}$ ,  $\rho_2$  – плотности порошковой частицы и газа;  $D_0$  – диаметр частицы;  $V_{0г}$  – объем газа, приходящийся на одну частицу.

С его помощью установлено влияние линейных размеров порошковых частиц на время их нагрева и плавления и с помощью расчетов установлено, что при подаче мелкодисперсных порошков ( $D_0 = 1 - 10$  мкм) в реактор плазмотрона плазмохимической установки П-05, имеющей следующие рабочие параметры:

- мощность электромагнитного излучения, кВт 10;
- частота излучения, МГц 1,67;
- расход плазмообразующего газа, л/мин 8,5;

температурное поле в нем изменяется в пределах от 1 000 до 4 000 К. Поэтому, в зависимости от зоны подачи реагентов, число Фурье для никеля и нитрида алюминия может изменяться в пределах от 10 до 400 и от 3 до 7 соответственно. Если при этом выбирать зоны реактора, в которых температура изменяется в пределах от 2 000 до 4 000 К, а степень двухфазности потока не превысит 0,5, то время нагрева и плавления порошковых частиц будет минимальным.

## Литература

1. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 1 / А.П. Достанко, С.П. Кундас, М.Н.Босяков и др.; Под.общ. ред. А.П.Достанко. – Мн.: ФУАинформ, 2000. – 424 с.
2. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 2 / А.П. Достанко, С.В. Бордусов, И.В.Свадковский и др.; Под.общ. ред. А.П.Достанко. – Мн.: ФУАинформ, 2001. – 244 с.
3. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 3 / А.П. Достанко, С.П. Кундас, С.В. Бордусов и др.; Под.общ. ред. академиков НАН Беларуси А.П.Достанко и Витязя П.А. – Мн.: ФУАинформ, 2001. – 292 с.
4. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С.Ивашко, А.Ф.Ильющенко и др. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 583 с.
5. Теория термической электродуговой плазмы. Ч. 1. Методы математического исследования плазмы / Жуков М.Ф., Урюков Б.А., Энгельшт В.С. и др. – Новосибирск: Наука, 1987. – 287с.

## РАЗРАБОТКА МАГНИТОМЯГКОГО ФЕРРИТОВОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ СВАРКИ ТРУБ

*Д.Р. Виолентий*

Научный руководитель – к.т.н. *С.Г. Барай*  
*Белорусский национальный технический университет*

Сердечники из магнитомягких ферритов, как и индуктивные элементы на их основе, могут использоваться в самых разнообразных условиях эксплуатации. Они работают в магнитных полях с напряженностью до 800 А/м, на частотах до сотен мегагерц, в условиях всевозможных механических и климатических нагрузок. Эти изделия могут эксплуатироваться в принципиально отличающихся друг от друга режимах.[1-3]

Целью настоящего исследования являлась разработка магнитомягкого ферритового материала для условий индукционной сварки труб. В этом случае требования к ферритовому материалу сводятся к следующему:

- возможность работы в слабых магнитных полях в диапазоне частот до 1 МГц;
- возможность работы в условиях эксплуатации с жесткими требованиями по термостабильности и критической температуре, т.е. иметь температуру Кюри не ниже 200 °С;
- иметь начальную магнитную проницаемость 1500–2000, обеспечивающую стабильный процесс сварки труб различной толщины стенки без потери качества сварного шва;
- иметь низкое магнитное сопротивление для подавления отрицательного влияния внешнего нагрева на плотность потока магнитной индукции, которая должна быть не менее 0.5 Тл, что гарантирует эффективность процесса сварки.

В трехкомпонентной системе MnO – ZnO – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> марганцевый стехиометрический феррит соответствует точке с 50 мол.% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на стороне Mn – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. С целью модификации основных электромагнитных параметров промышленного порошка марганец-цинкового феррита и обеспечения его работоспособности в условиях индукционной сварки разработана методика создания нестехиометрического состава путем замещения избытка оксида железа оксидом марганца и методика легирования получаемого состава диоксидом циркония.

На основании проведенных исследований разработан ферритовый материал с плотностью 4.8-5.0 г/см<sup>3</sup>, со средним размером зерен 35-55 мкм, остаточной пористостью в пределах 3.3 - 6.4 % и оптимальными электромагнитными параметрами: начальной магнитной