

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАСПЫЛЕНИЯ СПЛАВОВ ЦИНКА И НИКЕЛЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЯХ

Кот П.И., Белоцерковский М.А.

Белорусский национальный технический университет

Abstract. In this article, an equation was derived that limits the maximum size of the sprayed particles. We studied how the shape and particle size of nickel and aluminum-zinc change when the spraying modes are varied by the method of hypersonic metallization.

Введение. Металлизацию полимеров широко применяют в различных отраслях промышленности, поскольку металлизированные полимеры, сочетают полезные особенности полимеров и металлов, имеют ряд преимуществ по сравнению как с металлами, так и с пластмассами.

Наибольшее распространение в промышленном производстве получили только два метода металлизации полимерных изделий – напыление в высоком вакууме и гальванизация.

Наиболее перспективным способом получения металлических покрытий на полимерных изделиях, вместо напыление в высоком вакууме и гальванизация, является гиперзвуковая металлизация (ГМ). Одной из основных проблем при ГМ является высокая температура капли расплавленного металла, которая при попадании на полимерную основу может привести к значительному нарушению его структуры, что неблагоприятно скажется на окончательном результате. В связи с этим целью исследования заключалась в определении допустимой величины капли напыляемого материала и определение зависимости изменения формы и размеров напыляемых частиц никеля и алюмо-цинка при использовании различных режимов распыления методом гиперзвуковой металлизации для нанесения покрытий на полимерные детали.

Методика исследований. Для определения допустимого размера капли напыляемого металла методом гиперзвуковой металлизацией решили уравнение термодинамики

$$D \leq \sqrt[3]{\frac{6 \cdot c \cdot p \cdot e^{\frac{\delta^2}{N^2 \cdot a_T \cdot t}}}{(c_1 T + \lambda_1) \cdot K \cdot p_1}}$$

где D – диаметр капли распыленного металла, м;

δ – допустимая толщина слоя, м;

N – коэффициент, равный 4,2...4,5;

t – время, прошедшее с момента контакта капли с температурой T распыленного металла с полимерным слоем до распространения теплоты вглубь него, с;

p_1, c_1, λ_1 – удельная масса ($\text{кг}/\text{м}^3$) удельная теплоемкость ($\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{град}$) и удельная теплота плавления ($\text{Дж}/\text{кг}$) металла соответственно;

a_T, c, p – температуропроводность ($\text{м}^2/\text{с}$), удельная теплоемкость ($\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{град}$) и удельная масса ($\text{кг}/\text{м}^3$) полимерного слоя соответственно;

K – коэффициент, равный $1,15 \cdot 10^{11} (\text{м}^3 \cdot \text{град})^{-1}$.

Для напыления использовалось разработанное в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси оборудование АДМ-10 (рисунок 1), предназначенное для нанесения металлических покрытий методом гиперзвуковой металлизации (ГМ). Позволяет наносить на детали износостойкие и коррозионностойкие покрытия с повышенной прочностью сцепления, выдерживающие высокие контактные нагрузки при ударном нагружении. Отличительной особенностью металлизатора является наличие камеры сгорания пропано-воздушной смеси, оснащенной соплом Лавала. Продукты сгорания образуют на выходе из сопла струю (температура около 2200 К и скорость

свыше 1400 м/с), которая диспергирует материал проволочных электродов, расплавленных в электрической дуге.

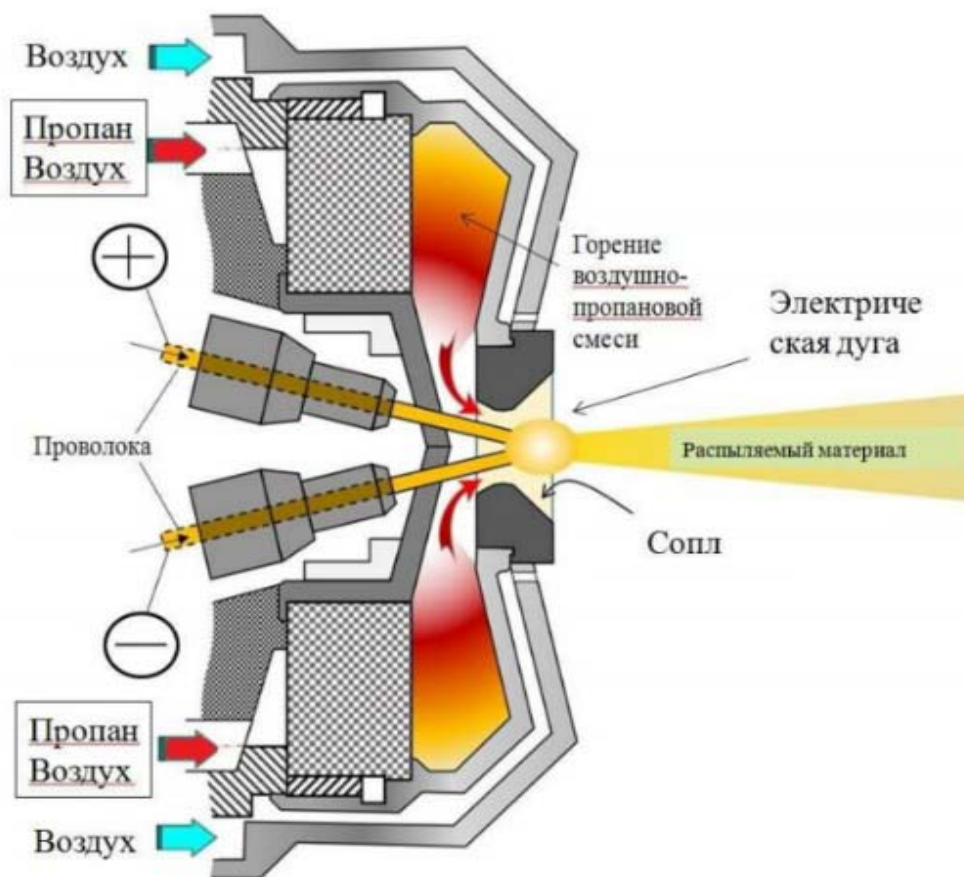


Рисунок 1 – Схема распылительной головки металлизатора установки гиперзвуковой металлизации

Напылялись проволоки из никеля, цинка и алюминия диаметром 1,5 мм, на режимах напряжение выдерживалось 25 В., сила тока – 60 А., и изменяли давление от 2,5 до 3,5 атм.

Для определения размера напыляемых частиц использовали метод пыление в воду. В емкость с водой на расстоянии 100-200 мм. распыляем проволоку. После осадки частицы распыленного материала фильтруем. После просушили полученный порошок, в печи при температуре 150°C. Определение формы и размеров частиц определялось при помощи микроскопа МП-1000.

Результаты исследований. Проанализировав полученные снимки видно, что форма напыляемых частиц алюмо-цинка в основном представляется в виде игольчатых элементов, реже встречаются частицы шаровидной формы. При напылении никеля практически все частицы представлены шаровидной формы.

Проанализировав порошок алюмо-цинка при напылении его на различных режимах можно заключить, что с увеличением давления размер частиц уменьшается, так при напылении на давлении 2,5 атм. чаще получаются частицы размером 3x15 мкм, 5x10 мкм. При давлении в 3,5 атм. уже больше скопление частиц с размером 2x8 мкм, 4x5 мкм. График распределения размеров частиц алюмо-цинка при напылении на различных режимах представлен на рисунке 2а.

При анализе порошка никеля также заметно, что с увеличением давления при напылении размер получаемых частиц уменьшается. При давлении 2,5 атм. диаметр частицы обычно в диапазоне от 6 до 8 мкм. При давлении 3,5 атм. размер частиц составляет от 3 до 4 мкм.

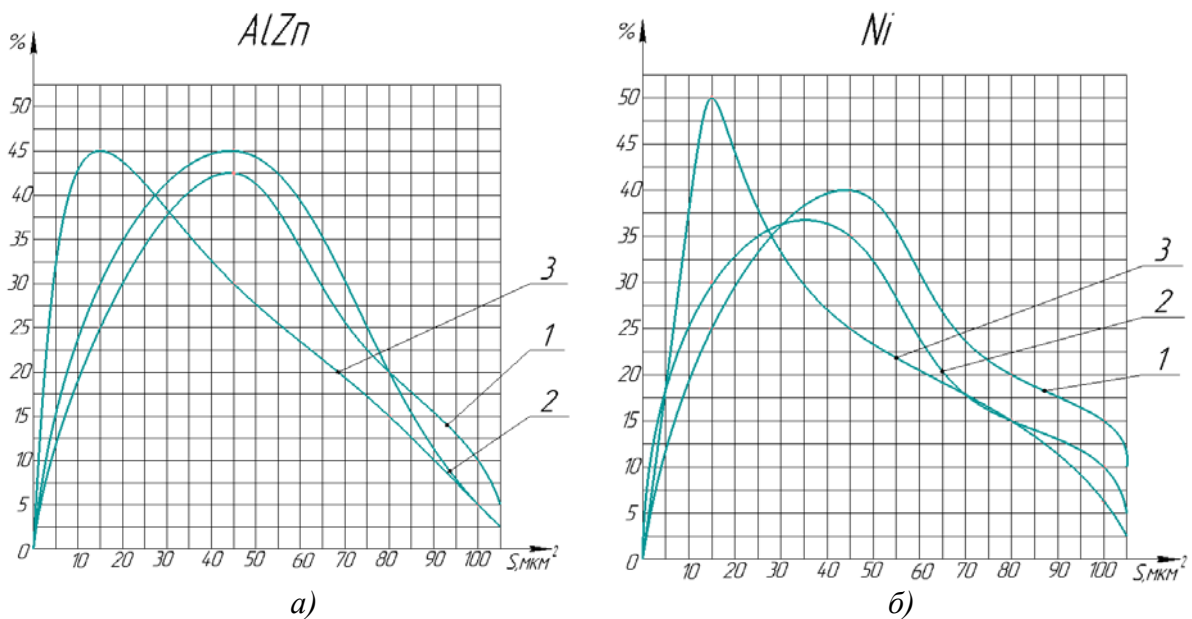


Рисунок 2 – Изменение размера частиц алюмо-цинка и никеля в зависимости от режима напыления:
1 – при давлении 2,5 атм.; 2 – 3,0 атм.; 3 – 3,5 атм.: а – алюмо-цинк, б – никель

Выводы. По результатам проведенных исследований делаем следующие заключения:

1. с увеличением давления при распылении сплавов цинка и никеля размер частиц уменьшается, что положительно сказывается на формировании покрытия;
2. при распылении частицы никеля имеют шаровидную форму, благодаря чему прочность сцепления у него выше.

Список использованных источников

1. Белоцерковский М.А., Сосновский А.В., Григорчик А.Н., Прядко А.С., Черепко А.Е. перспективы замены гальванического хромирования гиперзвуковой металлизацией. Международная научно-техническая конференция «Инновации в машиностроении-2014», 2–3 октября 2014 г. Минск, Беларусь: сборник научных трудов «Актуальные вопросы машиностроения» - Минск, 2014. С. 324 – 328.
2. Шалкаускас М.И. Металлизация пластмасс. – М., 1983.

УДК 620.179

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ЧУГУНА ПРИБОРОМ ИФМХ-Ч

Ланцман Г.А., Крень А.П., Рудницкий В.А., Зинькевич Н.В., Гнутенко Е.В.
Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси

Аннотация. Рассмотрена возможность использования метода микроударного индентирования для оценки физико-механических характеристик чугуна с использованием прибора ИФМХ-Ч, разработанного в ИПФ НАН Беларуси. Установлено, что метод и прибор позволяют контролировать такие параметры, как твердость по Бринеллю в диапазоне 100-500 НВ, модуль упругости от 40 до 200 МПа, а также определять предел прочности и марку чугуна от СЧ 10 до СЧ 35 для серого чугуна и от ВЧ 35 до ВЧ 70 для высокопрочного. Показана возможность использования прибора для оперативного неразрушающего контроля непосредственно деталей и изделий в условиях производства.

Abstract. It is considered the possibility of the application of impact microindentation method for testing the physic and mechanical properties of cast iron using the IFMH-C device devel-