

при мягком вибрационном резании (рисунок 1б) Δx в точке А равно нулю. На участке ABC Δx возрастает, достигая максимума в точке В ($\Delta x=BC$). На участке BCDE величина Δx не изменяется (сохраняется равенство $\Delta x=BC$), а затем на участке DEF Δx постепенно уменьшается и в точке F становится равным нулю. В этот момент происходит отрезание элемента стружки, после чего начинается следующий цикл резания и образование нового элемента стружки. Таким образом, непрерывная стружка перерезается на ряд отдельных стружечных элементов.

На основании проведенной работы можно сделать вывод, что формула (2) позволяет не только описать траекторию движения реза, но и получить расчетную формулу (3) для определения толщины срезаемого слоя, как при мягком, так и при жестком варианте асимметричного вибрационного резания. При этом расчетные данные близки к графическим данным, полученным из схем резания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молочко, В.И. О влиянии структуры цикла вибрационного резания на шероховатость обработанной поверхности / В.И. Молочко // Вестник национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2004. – № 1. – С 45–51.

2. Молочко, В.И. Математическую модель вибрационного точения с асимметричным циклом колебаний / В.И. Молочко, С.С. Данильчик // Материалы 5-й международной научно-технической конференции. – 2007. – С. 250–252.

УДК 621.793

Миранович А.В., Счастный Д.В., Новиков М.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НАПЛАВКОЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Учреждение образования Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Л.М. Кожуро

В работе исследуется пористость покрытий, нанесенных с использованием электрических разрядов и энергии электрических и постоянных магнитов на поверхности металлических образцов.

Введение. В задачу настоящих исследований входило сравнительное изучение пористости покрытий из композиционных ферропорошков Fe-2%V, Fe-Ti и ФБХ-6-2, нанесенных с использованием электрических разрядов на

установках с магнитными системами (МС) на электро- и постоянных магнитах (ЭМ и ПМ).

Методики проведения исследований пористости покрытий. Изучение открытой пористости образцов проводилось на поверхности покрытий травленых микрошлифов. Исследование выполнялось на автоматическом анализаторе изображения «Mini MagiScan» фирмы «Joyce Loebel» с компьютерной обработкой данных по программе количественного анализа. При этом автоматически измерялась площадь пор и определялась поверхностная пористость Π , измеряемая в процентах.

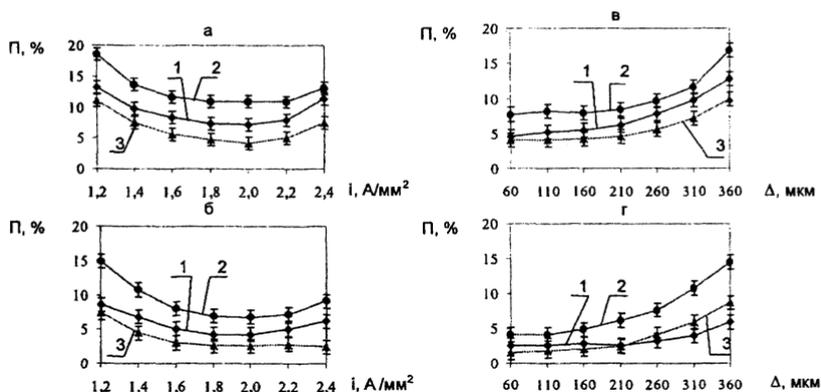
Объемную пористость покрытий определяли методом гидростатического вытеснения [1]. Насыщающей жидкостью служил керосин, в котором время выдержки образцов при нормальной температуре составляло 24 ч. Объемная пористость Π определялась по формуле

$$\Pi = \frac{(m_1 - m_2)}{\rho_{ж}} \cdot \frac{1}{V} \cdot 100\%,$$

где m_1, m_2 – масса покрытия до и после пропитки соответственно, кг; $\rho_{ж}$ – плотность насыщающей жидкости, кг/м³; V – объем покрытия, м³.

Для проверки достоверности результатов определялась пористость покрытий, полученных наплавкой на установках с различными конструкциями МС (ЭМ и ПМ) на оптимальных режимах, для пяти образцов.

Пористость покрытий. Анализ результатов исследований (рисунок 1) показал, что объемная пористость покрытий в зависимости от технологических факторов (плотность разрядного тока i , размер зерен композиционного порошка Λ) и материала покрытий (порошки Fe-2%V, Fe-Ti и ФБХ-6-2), полученных наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, может меняться в пределах 3,0 ... 18,0 % и 3,0 ... 14,0 % соответственно. Более низкая объемная пористость покрытия из порошка ФБХ-6-2 по сравнению с другими покрытиями объясняется высокой химической активностью хрома и бора, которые активизируют процесс уплотнения наплавленного слоя за счет увеличения жидкотекучести расплава и более полного вывода шлаков и газов. Наибольшее влияние на объемную пористость оказывает плотность разрядного тока, наименьшее – размер зерен композиционного порошка. Результаты исследований показывают, что повышение температуры наплавки за счет увеличения плотности разрядного тока от 1,2 до 2,0 А/мм² приводит к снижению пористости покрытий от 18,0 до 3,0 % в результате уменьшения промежутков между каплями расплава зерен порошка. Однако при температуре, превышающей температуру плавления частиц порошка, происходит увеличение пористости в результате увеличения растворимости газов. Изменение размеров зерен порошка от 360 до 180 мкм приводит к снижению пористости в 1,35 раза.

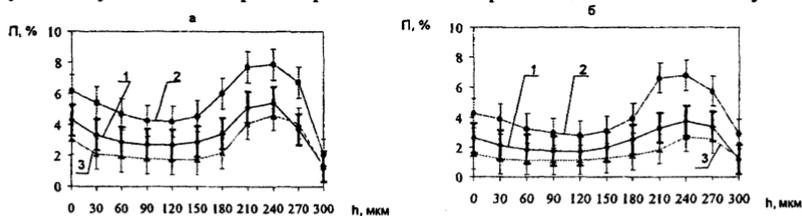


1 – разброс значений объемной пористости для композиционных порошков
1 – Fe-2%V; 2 – Fe-Ti; 3 – ФБХ-6-2

Рисунок 1 – Зависимость объемной пористости покрытий П от плотности разрядного тока i (а, б), размера зерен порошка Δ (в, г), полученных наплавкой с применением МС на ЭМ (а, в) и ПМ (б, г) композиционных порошков

Покрытия, полученные наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ на оптимальных режимах, имеют объемную пористость в пределах 5,0 ... 12,0% и 3,0 ... 7,0% соответственно.

Анализ результатов исследований распределения пор по глубине покрытий (рисунок 2) показал, что наибольшая пористость находится на границе покрытия и основы. Это объясняется тем, что в процессе нанесения покрытий происходит захлопывание газа каплями расплава порошка на поверхности заготовки и усадка при переходе жидкой фазы в твердую в результате уменьшения растворимости газов при отводе тепла в основу.



1 – разброс значений пористости для различных порошков
1 – Fe-2%V; 2 – Fe-Ti; 3 – ФБХ-6-2

Рисунок 2 – Распределение пористости по глубине покрытий, полученных наплавкой с использованием МС на ЭМ (а) и ПМ (б) композиционных порошков

Следует отметить, что повышенная пористость наблюдается и в поверхностных слоях покрытий. В большей степени она выражена для покрытия, полученного наплавкой порошка Fe-Ti, в меньшей – для покрытия из порошка ФБХ-6-2. При этом открытая пористость образуется по границам истывших капель расплава порошка в виде продолговатых округлых пор, вероятность возникновения которых возможна за счет выкрашивания отдельных хрупких частиц покрытия или загрязнений. Поры размером 10 ... 30 мкм распределены по поверхности покрытия неравномерно.

Анализ результатов исследований показал, что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно. Меньший предел значений открытой пористости покрытий, полученных наплавкой с применением ПМ, обеспечивается за счет уменьшения плотности мощности подводимого теплового потока и скорости охлаждения покрытий.

Заключение. На основании полученных результатов исследований пористости покрытий можно сделать вывод, что покрытия, полученные наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ на оптимальных режимах, имеют объемную пористость в пределах 5,0 ... 12,0 % и 3,0 ... 7,0 % соответственно. Показано, что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой с использованием установок с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
2. Ракомсин, А.П. Упрочнение и восстановление изделий в электромагнитном поле / А.П. Ракомсин // под ред. П.А. Витязя. – Минск: Парадокс, 2000. – 201 с.

УДК 621.30

Миронова Е.О., Болвако А.К.

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. хим. наук, доц. Черник А.А.

Разработаны электродные материалы на основе оксидов элементов IV группы, синтезированные из неорганических электролитов, содержащих