

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ РАСТВОРЕНИЕ ПОКРЫТИЯ ПГ-10Н-01 В ХЛОРИДНО-СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРАХ

Андреев Артем Николаевич, магистрант

Недбайло Денис Викторович, магистрант

Кадырбаев Роман Маратович, аспирант

Научный руководитель: д.т.н., профессор Рахимьянов Харис Магсуманович
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

kadyrbaev.2013@corp.nstu.ru

Аннотация

В статье рассмотрены особенности электрохимического растворения покрытия на основе порошкового материала ПГ-10Н-01 в водных растворах нейтральных солей NaCl и Na_2SO_4 . Приведены графики поляризационных исследований растворения покрытия в хлоридно-сульфатных растворах. Установлены области пассивации и активации поверхности в каждом из электролитов.

Ключевые слова: покрытие ПГ-10Н-01, электроалмазное шлифование, электрохимическое растворение, пассивация анода

Введение

Для восстановления изношенных поверхностей широкое применение получили порошковые самофлюсующиеся сплавы системы Ni-Cr-B-Si . Одним из таких порошков является ПГ-10Н-01, который применяют с целью нанесения специальных покрытий на поверхности деталей и оборудования, способные противостоять коррозии, высоким температурам, износу и другим неблагоприятным факторам.

На сегодняшний день существуют различные методы нанесения покрытий, одним из которых является вакуумная электронно-лучевая наплавка. Применение данного метода нанесения покрытия позволяет устранить многие недостатки, присущие распространенным в настоящее время методам дуговой наплавки и наплавки токами высокой частоты [1]. Твердость покрытия ПГ-10Н-01, нанесенного вакуумной электронно-лучевой наплавкой достигает 60 HRC, а пористость около 0,3%.

После наплавки для достижения заданной точности размеров и формы требуется обработка нанесенных покрытий. Возможным методом обработки высокопрочных материалов является электроалмазное шлифование, которое хорошо зарекомендовало себя при обработке твердых сплавов и быстрорежущих сталей, благодаря совмещению процессов электрохимического растворения обрабатываемого материала с процессами механического резания [2]. Производительность процесса шлифования и качество обработанной поверхности во многом зависят от особенностей электрохимического растворения материала покрытия в выбранных составах электролитов [3]. В

связи с этим для эффективного применения электроалмазного шлифования при обработке покрытий на основе порошкового материала ПГ-10Н-01 необходимо изучить характер электрохимического растворения покрытия в различных составах электролита.

Методика экспериментальных исследований

Для определения характера электрохимического растворения покрытия ПГ-10Н-01 использовался потенциодинамический метод исследования, позволяющий установить зависимость плотности тока от потенциала анода.

При повышенном значении напряжения (выше 10 В) при электроалмазном шлифовании возможно возникновение эрозионных процессов на поверхности образца, что негативно сказывается на качественных характеристиках покрытия. В связи с этим развертка потенциала в исследованиях производилась от 0 до 8 В со скоростью 0,1 В/с. Поляризационные исследования проводились на потенциостате Elins P-20X. Электрохимическая ячейка для исследований представлена на рисунке 1.

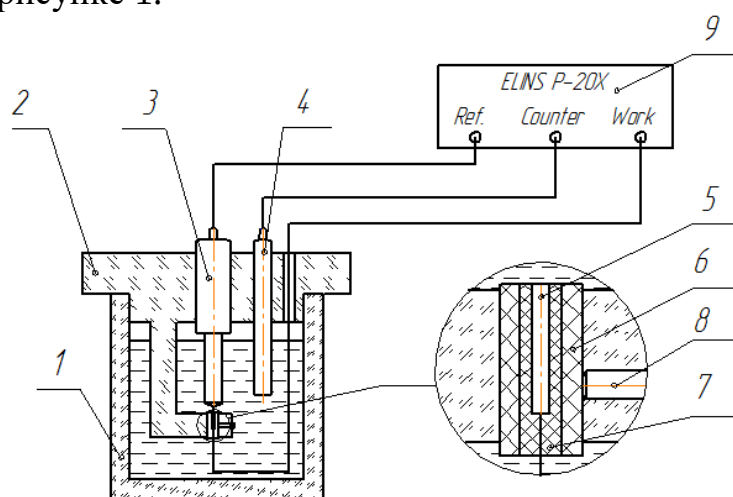


Рисунок 1. Схема установки для проведения поляризационных исследований

1 – емкость для электролита; 2 – крышка с кронштейном; 3 – электрод сравнения (Ref.); 4 – вспомогательный электрод (Counter); 5 – рабочий электрод (Work); 6 – эбонитовая оправка; 7 – эпоксидная смола; 8 – крепежный винт; 9 – потенциостат Elins P-20X.

В исследованиях использовался платиновый электрод сравнения и вспомогательный медный электрод. Образцы для исследований представляют собой пластинки покрытия ПГ-10Н-01 площадью в поперечном сечении 1 мм². Образцы устанавливались в эбонитовые оправки и заливались эпоксидной смолой ЭДП-8 ГОСТ 10587-84. Химический состав порошка ПГ-10Н-01 представлен в таблице 1.

Химический состав порошка ПГ-10Н-01 (ГОСТ 28377-89)

Таблица 1

C, %	B, %	Si, %	Fe, %	Cr, %	Ni
0,6 – 1,0	2,8 - 3,4	4,0 - 4,5	4,0 - 4,5	14 - 20	основа

Известно, что особенности электрохимического растворения материала зависят от анионного и катионного состава электролита [4]. Кислотные растворы электролитов обладают высокой электропроводностью, что способствует увеличению скорости растворения обрабатываемого материала, однако эти электролиты агрессивно воздействуют на технологическое оборудование и представляют опасность для персонала. Поэтому наибольшее распространение для процесса электроалмазного шлифования получили водные растворы нейтральных солей. В связи с этим для проведения поляризационных исследований были выбраны растворы нейтральных солей NaCl и Na₂SO₄ 10% концентрации, а также их композиции.

Результаты и обсуждения

На рисунке 2 представлены зависимости плотности тока от потенциала при электрохимическом растворении покрытия на основе порошкового материала ПГ-10Н-01 в водных растворах нейтральных солей NaCl, Na₂SO₄ и их смесях.

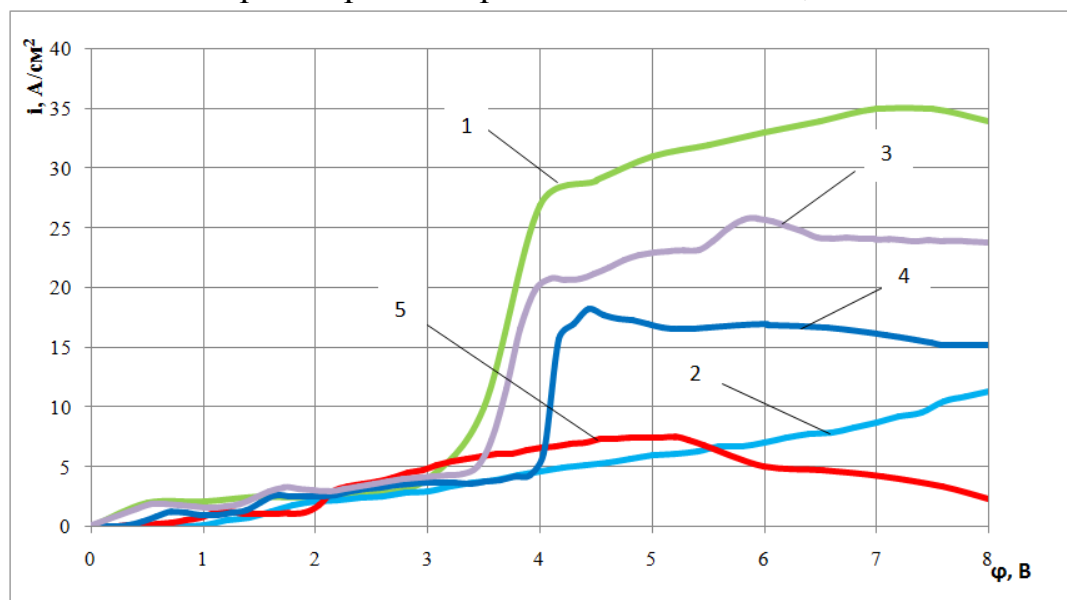


Рисунок 2. Поляризационные характеристики электрохимического растворения покрытия на основе порошкового материала ПГ-10Н-01
1 – 10% NaCl; 2 – 10% Na₂SO₄; 3 – 10% NaCl + 10% Na₂SO₄ (70:30); 4 – 10% NaCl + 10% Na₂SO₄ (50:50); 5 – 10% NaCl + 10% Na₂SO₄ (30:70)

Установлено, что растворение покрытия ПГ-10Н-01 в 10% водном растворе NaCl (кривая 1, рисунок 2) протекает в активном состоянии в диапазоне потенциалов φ от 0 до 7,5 В. При этом наблюдается резкий рост плотности тока в диапазоне потенциалов $\varphi = 3..4$ В, что свидетельствует о высокой интенсивности съема материала. При дальнейшем увеличении потенциала наблюдается некоторое снижение роста плотности тока, и при достижении 7,5 В и плотности тока $i=35$ А/см² покрытие начинает растворяться в пассивном состоянии.

Растворение же покрытия ПГ-10Н-01 в 10% водном растворе Na_2SO_4 (кривая 2, рисунок 2) протекает в активном состоянии во всем исследованном диапазоне потенциалов $\varphi=0..8$ В, о чем свидетельствует непрерывный рост плотности тока. Вероятно, анион SO_4^- препятствует образованию окисной пленки на поверхности покрытия, вытесняя кислород. Однако следует отметить, что плотность тока (i) при растворении покрытия в сульфатном электролите значительно ниже, чем при растворении в хлоридном растворе. Это объясняется тем, что электропроводность сульфата натрия ниже по сравнению с раствором хлорида натрия.

Характер растворения покрытия в растворе 10% концентраций NaCl и Na_2SO_4 в смеси в соотношении 70:30 (кривая 3, рисунок 2) аналогичен растворению в хлоридном растворе, однако растворение в пассивном состоянии наблюдается в диапазоне потенциалов $\varphi=5,8..8$ В при максимальной плотности тока в области активно-пассивного перехода $i=26$ А/см². Снижение плотности тока может быть связано с появлением пузырьков кислорода между электродом сравнения и рабочим образцом.

При растворении покрытия ПГ-10Н-01 в 10% хлоридно-сульфатном растворе в соотношении 50:50 (кривая 4, рисунок 2) также наблюдаются области активного и пассивного растворов. Так, в области потенциалов $\varphi=0..4$ В наблюдается незначительный рост плотности тока. Повышение потенциала до $\varphi=4,5$ В приводит к резкому увеличению скорости растворения материала. Дальнейшее увеличение потенциала приводит к снижению плотности тока, вероятнее всего из-за пузырьков кислорода на поверхности анода. Максимальная плотность тока достигает 17 А/см².

При растворении покрытия ПГ-10Н-01 в 10% хлоридно-сульфатном растворе в соотношении NaCl к Na_2SO_4 30:70 (кривая 5, рисунок 2) область активно-пассивного перехода смещается к $\varphi=5,2$ В. Пассивация может быть связана с оксидной пленкой, образующейся на поверхности рабочего электрода. Несмотря на небольшую толщину, порядка 30...50 Å, окисные пленки обладают значительным омическим сопротивлением. Максимальная плотность тока не превышает 8 А/см².

Выводы

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что растворение покрытия ПГ-10Н-01 протекает как в активном, так и в пассивном состояниях практически во всех представленных электролитах. При проведении исследований в водном растворе 10% Na_2SO_4 наблюдалось активное растворение покрытия ПГ-10Н-01. Для обеспечения геометрической точности при электроалмазной обработке активирующие электролиты нежелательны, т.к. при этом растворение покрытия будет происходить не только в зоне обработки, но и во всех местах контакта электролита и материала [5]. Основываясь на графиках электрохимического растворения в водных растворах солей хлорида и сульфата натрия, для процесса электроалмазного шлифования покрытия ПГ-10Н-01 рекомендуется использовать 10% водный раствор NaCl , т.к. при

растворении покрытия в этом электролите достигаются наибольшие плотности тока (тока $i=35$ А/см²) и реализуется процесс пассивации поверхности образца.

Литература

1. Gnyusov S.F. Electron beam in technology surfacing of the powder rapid steel / Gnyusov S.F., Ignatov A.A., Durakov V.G. // В сборнике: Proceedings - International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV Сеп. "25th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV 2012". - 2012. - С.561-563.
2. Рахимянов Х.М., Красильников Б.А., Янпольский В.В., Красильников Д.Б. Электрохимическая обработка безвольфрамовых твердых сплавов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2010. - №3. – С. 3-7.
3. Рахимянов Х.М., Моисеенко А.Н., Янпольский В.В. Электроалмазная обработка напыленных износостойких покрытий // Инженерия поверхностного слоя деталей машин: сборник трудов Международной научно-практической конференции 9-11 декабря 2009 г., г. Кемерово, Кемерово, КузГТУ. - 2009. - С. 365-369.
4. Невский О.И. Электрохимическая размерная обработка металлов и сплавов. Проблемы теории и практики. Монография / О.И. Невский, В.М. Бурков, Е.П. Гришина, Е.Л. Гаврилова, А.В. Балмасов, А.В. Носков, М.Г. Донцов. - ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново. - 2006. - 282 с.
5. Ming P., Zhu D., Xu Z.. Electrochemical grinding for unclosed internal cylinder surface//14th Conference of Abrasive Technology in China: Nanjing, PEOPLES R. - 2007. - pp. 360-364.