

– значения коэффициента технологической пригодности искусственной кожи «Экокожа» и «Двухслойная ИК арт. Hongxin 11022-16» попадают в градацию качества неудовлетворительно, однако данные материалы имеют высокие значения коэффициента эксплуатационной пригодности. Поэтому их целесообразно применять в производстве обуви, но требуется уточнить режимы формования.

Изменения значений комплексного показателя K в поперечном направлении говорит об анизотропии свойств исследуемых материалов. Целесообразно выкраивать материалы в том направлении, где значение комплексного показателя максимально.

Анализируя полученные значения комплексного показателя K при двухосном растяжении, можно заметить более высокие значения показателя по сравнению с одноосным растяжением. Это связано со сложностью структурных изменений при деформировании. Данные ИК, кроме «NUBUK 517», можно использовать в производстве обуви для заготовок верха с преобладающей двухосной деформацией.

Литература

1. Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением : полз. модель ВУ11705 / А. Н. Буркин [и др.]. – Оpubл. 01.03.2018.
2. Буркин, А. Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви / А. Н. Буркин. – Витебск : ВГТУ, 2007. – 220 с.
3. Буркин, А. Н. Формоустойчивость обуви : монография / А. Н. Буркин, Е. А. Шеремет. – Витебск : ВГТУ, 2017. – 340 с.

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ТВЕРДЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ $Ni-V_2O_5$ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В. В. Ракович

*Учреждение образования «Университет гражданской защиты
МЧС Республики Беларусь», г. Минск*

Научный руководитель О. В. Рева

Одним из эффективных методов предотвращения интенсивной коррозии и механического износа деталей аварийно-спасательного оборудования является нанесение защитных гальванопокрытий из композитов на основе никеля, обладающих высокой твердостью, жаропрочностью, износо- и коррозионной стойкостью [1]–[3]. Электрохимический синтез композиционных покрытий позволяет в широких пределах регулировать их химический и фазовый состав, размеры зерен и плотность их упаковки. Стандартным недостатком электрохимического метода получения микро- и нанокомпозитов является низкая скорость их кристаллизации (8–12 мкм/ч), так что конкурирующими становятся процессы неполного восстановления ионов металлов с формированием оксидов, гидроксидов и солей, пассивирующих поверхность изделия. Для никеля и его сплавов характерно также наводороживание, приводящее к хрупкости и растрескиванию покрытий [1]–[3]. Данные недостатки могут быть устранены за счет разработки новых электролитов никелирования нетрадиционного комплексного состава [4], позволяющих осаждать покрытия с высокой скоростью, что исключает образование продуктов неполного восстановления.

Цель данной работы – синтез и исследование свойств композиционных никелевых гальванопокрытий из высокоскоростного кремнефтористого электролита, содержащего частицы оксида ванадия с размерами 3–7 мкм.

Использование оксида ванадия V в качестве дисперсной фазы для упрочнения металлической матрицы, несмотря на его твердость и химическую инертность, встречается достаточно редко [4]. В данной работе изучены состав и свойства покрытий, электрохимически синтезированных из кислого кремнефтористого электролита с концентрацией NiSiF_6 1,5 моль/дм³, pH 1 и концентрацией V_2O_5 в количествах 0,1–1 г/дм³. В качестве модифицирующей неметаллической фазы V_2O_5 был выбран в связи с высокой однородностью частиц порошка и устойчивостью в сильноокислой среде.

В результате проведенных исследований достигнута возможность осаждения защитных композиционных покрытий со скоростью до 50–70 мкм/ч при комнатной температуре, тогда как обычно она не превышает 10–20 мкм/ч, что связано с высокой скоростью диффузии комплексных ионов в данном электролите.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что вне зависимости от условий синтеза покрытий (плотность тока, концентрация оксида ванадия) из кристаллических фаз в них содержится только никель с очень искаженной поликристаллической решеткой. Причем все большее искажение параметров кристаллической решетки происходит по мере увеличения как плотности катодного тока, так и концентрации оксида ванадия в электролите. Из записанных рентгенограмм следует, что для всех образцов, полученных из кремнефтористого электролита (рис. 1), преобладающим направлением роста текстуры является (111). Направления (100) и (311) выражены существенно слабее. С ростом плотности тока растет относительная интенсивность рефлексов 220. Степень искажения кристаллической решетки увеличивается как по мере роста плотности тока в базовом электролите, так и при введении в электролит оксида ванадия при неизменной плотности тока, хотя частицы V_2O_5 и не являются электроактивными (см. таблицу).

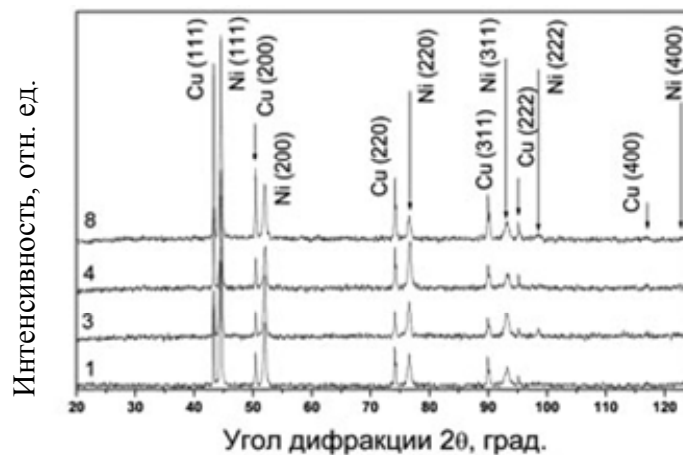


Рис. 1. Рентгенограммы никелевых покрытий толщиной 20 мкм, полученных при разных плотностях тока

Вид всех полученных рентгенограмм (узкие четкие пики, отсутствие гало) позволяет сделать вывод об отсутствии аморфных фаз в покрытиях; методом микро-рентгеноспектрального анализа элементного состава покрытий аморфных соединений ванадия в исследуемых покрытиях также обнаружено не было.

Характеристики кристаллической решетки композиционных покрытий

Образец	Параметр решетки по линии (400), нм	Уширение линии, град	Деформация (макро) $\Delta a/a$, %	I , А/дм ²	[V ₂ O ₅], г/л
3	0,35173 0,35180	0,37 1,1	0,14	3	–
8	0,35167 0,35166	0,45 0,22	0,18	3	0,5
1	0,35377 0,35183	0,296 2,1	0,13	5	–
4	0,35152 0,35137	0,458 2,3	0,26	7	–

Однако на поверхности никелевых покрытий методом сканирующей электронной микроскопии обнаружены однородные по размеру, равномерно распределенные частицы V₂O₅ с концентрацией от 5 до 8 мкм² и размерами 0,1–0,5 мкм, что на порядок меньше, чем в исходном порошке V₂O₅, введенном в электролит (рис. 2).

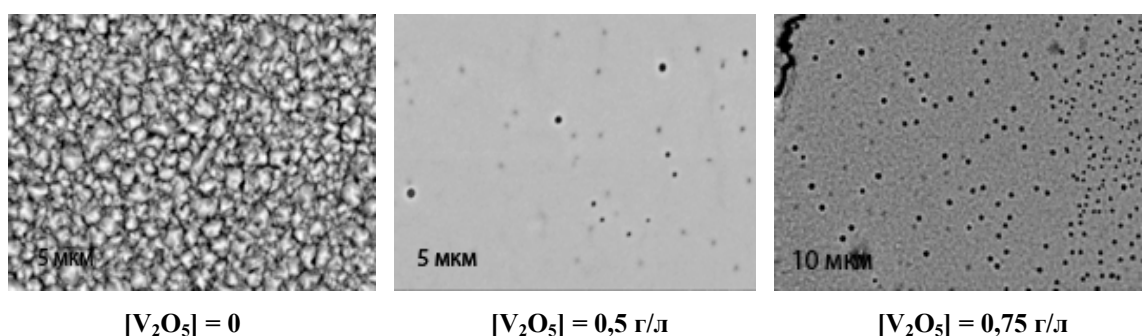


Рис. 2. Морфология поверхности никелевых и композиционных покрытий толщиной 30 мкм, полученных при $i = 5$ А/дм²

Несмотря на отсутствие в покрытиях ощутимых количеств соединений ванадия, их микроструктура кардинальным образом отличается от структуры чисто никелевых пленок: при любых плотностях тока она на 1–1,5 порядка более равномерная и мелкозернистая (рис. 2). Так, никелевые покрытия, осажденные из кремнефтористых электролитов, образованы крупными кристаллитами пирамидально-вытянутой формы с размерами 3–10 мкм с четко выраженными ступенями роста под углом к поверхности, форма и размеры кристаллитов мало изменяются при увеличении плотности тока. В присутствии неметаллической фазы с ростом концентрации оксида ванадия и плотности тока размеры зерен уменьшаются до 0,1–0,2 мкм, плотность упаковки их возрастает, зерна становятся более плоскими и плотноупакованными, границы между ними неразличимы (рис. 2).

Эти особенности микроструктуры оказывают существенное влияние на функциональные свойства покрытий. Композиционные покрытия в кислой среде в 1,5–2 раза более стойки, чем стандартный металлургический никель, в щелочной среде на поверхности покрытий образуется защитная пленка из нерастворимых соединений никеля. Наивысшей твердостью – до 6 ГПа характеризуются композиционные покрытия с наиболее гладкой и мелкозернистой структурой; для них же определена и наивысшая коррозионная стойкость. Причем плотность тока, при которой были синтезированы

покрытия Ni–V₂O₅, оказывает на их микротвердость значительно меньшее влияние, чем наличие в электролите модифицирующей неметаллической фазы, что коррелирует с данными электронно-микроскопического исследования – микроструктура покрытий практически не зависит от плотности катодного тока и принципиально изменяется при введении в электролит оксида ванадия.

В результате проведенных исследований были установлены оптимальные условия синтеза покрытий на основе никеля с повышенной твердостью и коррозионной устойчивостью из высокоскоростных кремнефтористых электролитов, модифицированных оксидом ванадия (V). Доказано, что, несмотря на отсутствие в составе покрытий кристаллического ванадия или его соединений микроструктура полученных покрытий существенно отличается от структуры никеля. Кристаллическая решетка очень искажена; размеры зерен, слагающих композиционные покрытия на 1–1,5 порядка меньше, чем в никелевых пленках, синтезированных при таких же условиях, а сами зерна имеют очень плотную упаковку. Установлено, что покрытия с наиболее равномерной и мелкозернистой морфологией поверхности обладают наивысшей коррозионной устойчивостью и микротвердостью.

Л и т е р а т у р а

1. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия : справ. по применению / Ю. Д. Гамбург. – М. : Техносфера, 2008. – 359 с.
2. Orinakova, R. Recent developments in the electrodeposition of nickel and some nickel-based alloys / R. Orinakova, A. Turonova, D. Kladekova // J. of Applied Electrochem. – 2006. – Vol. 63. – P. 234–241.
3. Fritz, T. Characterization of electroplated Ni / T. Fritz, H. Cho, K. Hemker // Microsystem Technologies. – 2002. – Vol. 9. – P. 73–79.
4. Скорб, Е. В. Исследование коррозионных свойств электроосажденных композитов Ni–V₂O₅ и Ni–V₂O₅/MoO₃ методом сканирующей электрохимической микроскопии / Е. В. Скорб, Т. В. Свиридова, Д. В. Свиридов // Свиридовские чтения : сб. ст. – Вып. 5. – Минск : БГУ, 2009. – С. 89–96.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ЛАЗЕРНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

И. К. Губаревич

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Республика Беларусь

Научный руководитель С. В. Васильев

Показана возможность применения высокочувствительных оптических методов исследования топографии поверхности металлов при их лазерной обработке для учета влияния различных внешних факторов на формирование рельефа мишени.

При выборе наиболее эффективных режимов лазерной обработки материалов, включая лазерный раскрой, перфорацию, сварку материалов, модификацию свойств их поверхности, лазерное напыление пленок, а также для разработки новых методов контроля лазерных технологических процессов необходимы исследования процессов, происходящих как в течение времени лазерного воздействия на материал, так и протекающих после прекращения внешних воздействий.

Процессы, происходящие во время воздействия на объект лазерного импульса длительностью порядка 1 мс и сразу после него, описаны в [1], [2]. Схема использованной в работе экспериментальной установки приведена в [1]. Для экспериментов