

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕВЕРСИРОВАННОГО ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ПОЛИКОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ДИСКИ АЛМАЗНЫЕ РЕЖУЩИЕ

© 2017 г. И.И. КУЗЬМАР¹, Л.И. ГАЙДУК², В.Л. ВАСИЛЬЕВ²,
Л.К. КУШНЕР¹, А.А. ХМЫЛЬ¹, А.М. ГИРО¹

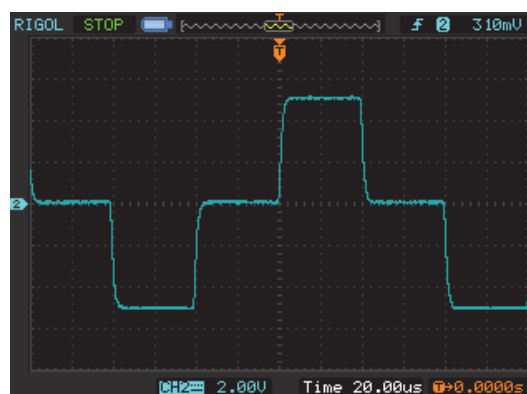
¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск,
²ОАО «Планар-СО», г. Минск
e-mail: kbtm@kbtm.by, kushner@bsuir.by

Предприятие ОАО «Планар-СО», г. Минск, Республика Беларусь, выпускает диски режущие с лезвием из алмазного синтетического микропорошка на никелевой связке (ДАР), предназначенные для разделения на кристаллы пластин из материалов, используемых в микроэлектронике. Для расширения возможностей выпускаемых ДАР проведены исследования влияния параметров импульсно-реверсированных токов на закономерности осаждения, состав и свойства формируемых поликомпозиционных покрытий (ПКЭП).

Осаждение проводили на разработанном высокочастотном источнике питания гальванической ванны импульсно-реверсным током [1], предназначенном для формирования в гальванической ванне импульсов тока положительной и отрицательной полярности, параметры которых задаются при помощи органов управления, расположенных на панели управления прибора (рис. 1). Максимальный ток нагрузки источника питания составляет 5 А, частота импульсов может задаваться от 0,1 до 1000 Гц. При исследованиях частота импульсного тока изменялась от 0,1 до 100 Гц, амплитудная плотность тока – от 1,5 до 50 А/дм², длительность импульса и паузы – от 2 до 7000 мс.



а)



б)

Рис. 1. Программно-управляемый источник импульсного тока (а) и осциллограмма изменения выходного напряжения источника в реверсированном режиме его работы (б).

ПКЭП формировали из сульфатного электролита никелирования, модифицированного различными фракциями алмаза [2].

Проведено исследование кинетики электродных процессов при осаждении никеля в присутствии дисперсной фазы. Для повышения качества, эксплуатационных свойств и снижения хрупкости покрытий в электролит Уоттса (№ 1) вводили выравнивающие и блескообразующие добавки (№ 3, № 5), которые, адсорбируясь на поверх-

ности электродов, образуют пассивирующие пленки, что затрудняет процесс разряда ионов никеля, приводит к значительному повышению катодной поляризации (рис. 2), снижению величины предельного тока и рабочей плотности тока, т.е. оказывают ингибирующее воздействие, тем большее, чем выше концентрация добавок (№ 5). Согласно адсорбционно-диффузионному механизму выравнивания, добавки в большей степени блокируют активные участки катода, чем углубления, создавая тем самым условия для перераспределения плотности тока разряда ионов никеля и выравнивания микропрофиля катодной поверхности с образованием блестящего осадка.

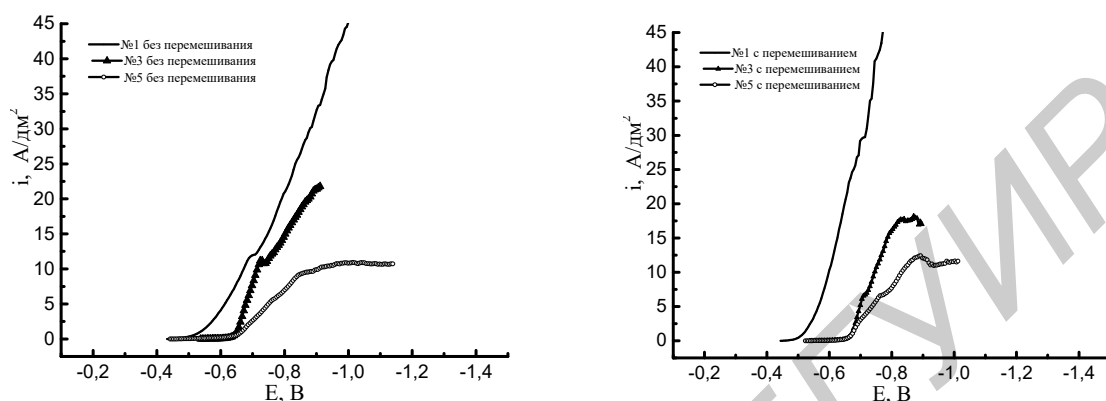


Рис. 2. Влияние концентрации блескообразующих и выравнивающих добавок на кинетику процесса осаждения никелевых покрытий.

При введении в электролит № 3 частиц алмаза 6/4 мкм и УДА при плотности тока до 5 A/dm^2 при перемешивании электролита наблюдается деполяризация процесса осаждения, обусловленная активирующим воздействием на электроды движущихся частиц вследствие снижения толщины и разрыхления адсорбционной пленки, уноса пузырьков водорода и обновления электролита в прикатодном пространстве (рис. 3). При более высокой плотности тока происходит повышение катодной поляризации выделения никеля и снижение выхода по току, по-видимому, из-за блокировки поверхности электродов частицами. В электролите с высокой концентрацией добавок дисперсная фаза вызывает более сильное ингибирование процесса осаждения и значительный сдвиг потенциала выделения никеля в сторону отрицательных значений, что приводит к существенному снижению величины рабочей плотности тока, т.е. сверхполяризующее воздействие дисперсных частиц преобладает над деполяризующим (рис. 4).

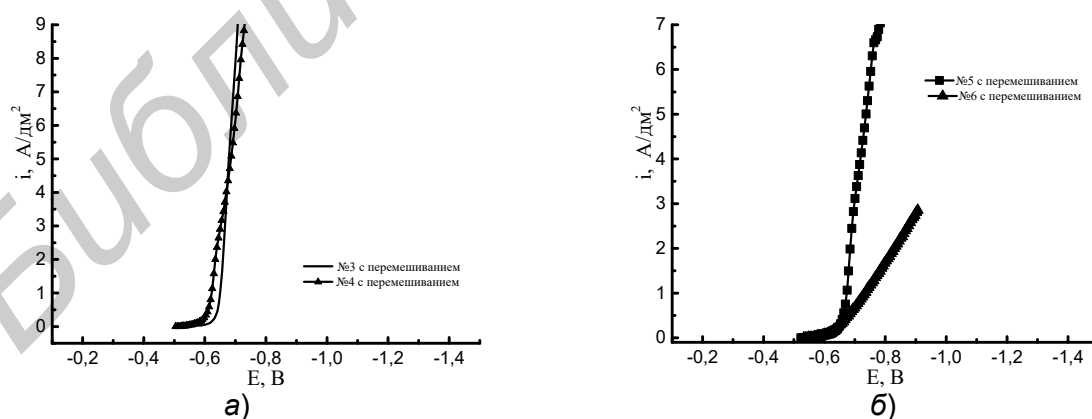


Рис. 3. Влияние частиц алмаза и УДА на кинетику процесса формирования никелевых покрытий в электролите с меньшей (а) и с большей (б) концентрацией добавок.

Методом вольтамперометрии изучены электрохимические процессы, происходящие на границе электрод-электролит при использовании нестационарных режимов электролиза. Осаждение при импульсном и реверсированном токах происходит при

непрерывном варьировании во времени электродного потенциала $E(t)$. Суммарное изменение поляризации катода E_{cp} можно представить как некоторый средний уровень, относительно которого происходят колебания от E_{min} до E_{max} . Для снятия катодных поляризационных кривых в нестационарных условиях одновременно регистрировались минимальное E_{min} и максимальное E_{max} значения катодного потенциала с использованием импульсного потенциостата-гальваностата «ElinsP-45X». Значения потенциалов измерялись относительно хлорсеребряного электрода сравнения и пересчитывались в соответствии с нормальной водородной шкалой (рис. 5).

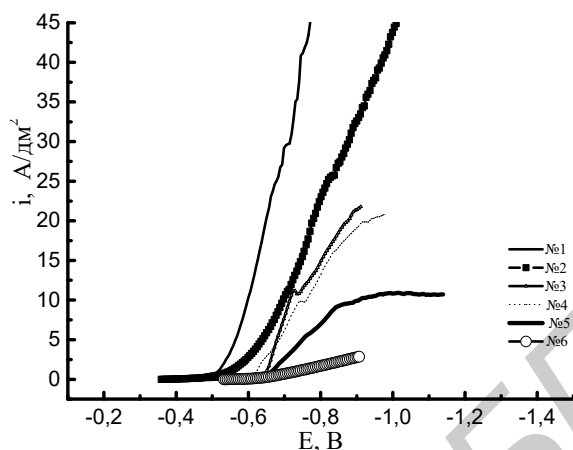


Рис. 4. Вольтамперные характеристики процесса осаждения покрытий на основе никеля из электролитов различного состава: 1 – электролит Уоттса, 2 – электролит № 1 с дисперсной фазой, 3 и 5 – электролит №1 с меньшей и большей концентрацией добавок, 4 – электролит №3 с дисперсной фазой, 6 – электролит №5 с дисперсной фазой.

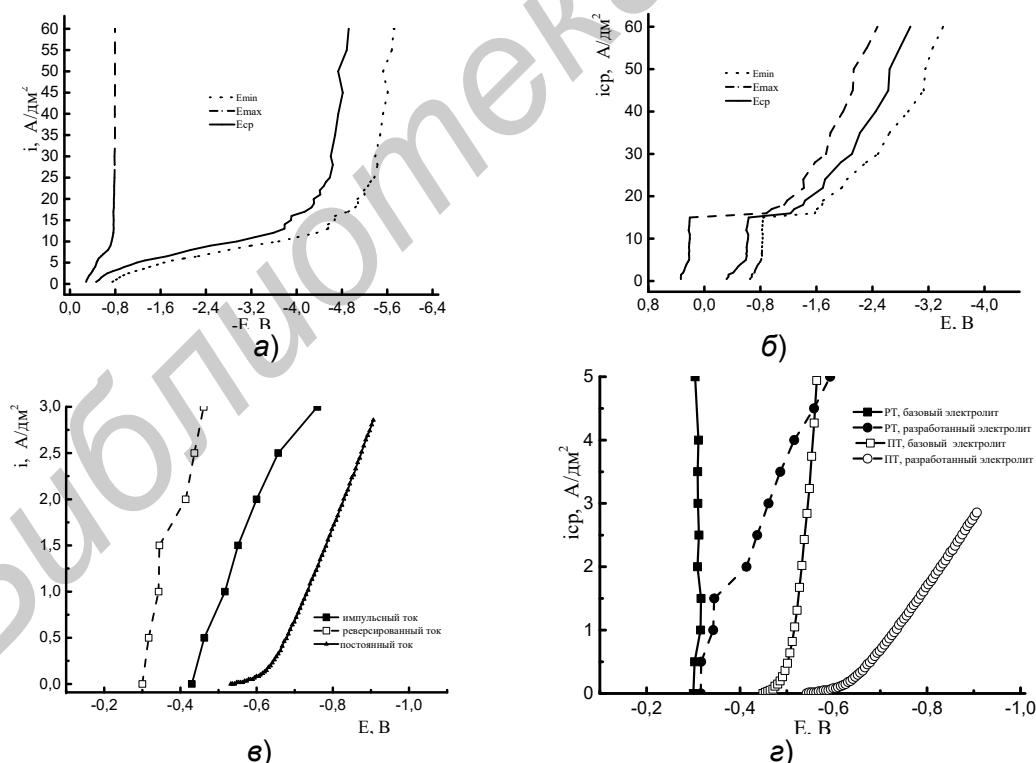


Рис. 5. Вольтамперные характеристики процесса композиционного никелирования с использованием импульсного (а, в) и реверсированного (б, в, д) токов из электролита №6 с добавками и дисперсной фазой.

Как следует из рис. 5, применение импульсно-реверсированного тока позволяет снизить катодную поляризацию и расширить пределы используемых токов.

Для повышения долговечности работы режущего инструмента и снижения хрупкости покрытий, приводящей к выкрашиванию алмазов в процессе эксплуатации дисков, исследовано влияние нестационарных режимов электролиза на поверхностную концентрацию и распределение алмазных зерен в КЭП, их пластичность и микротвердость (рис. 6, табл. 1).

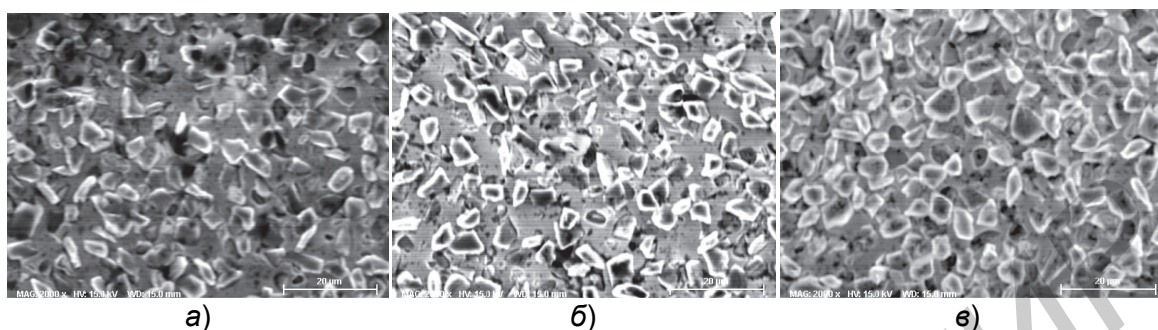


Рис. 6. Структура КЭП никель - алмаз 6/4 мкм -УДА, полученных при различных условиях осаждения: а) постоянный ток; б) реверсированный ток; в) импульсный ток.

Таблица 1

Влияние режимов осаждения на свойства КЭП

Режим электролиза	Поверхностное содержание углерода в КЭП, масс. %	Микротвердость композиционных никелевых покрытий, МПа
постоянный ток	64,7	5950-6373
импульсный ток	69,7	5965-8240
реверсированный ток	66,8	1720-6730

В результате проведенных исследований установлены закономерности формирования никелевых покрытий, модифицированных частицами алмаза 6/4 мкм и наночастицами УДА, показана перспективность использования импульсно-реверсированных токов для управления составом и эксплуатационными характеристиками КЭП для дисков алмазных режущих. Определены режимы импульсно-реверсных токов, позволяющие варьировать поверхностную концентрацию дисперсных частиц твердой фазы в КЭП никель-алмаз от 15% до 70% и микротвердость связки от 3800 до 6900 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гиро А.М., Глушков А.А. Лабораторный программно-управляемый источник импульсного тока с высоким выходным напряжением // «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий»/ Материалы докладов 5-ой РНТС, 22-23 декабря 2015 г., БГТУ, Минск, Беларусь. - Минск: БГТУ, 2015.
2. Хмыль А.А., Кузьмар И.И., Васильев В.Л., Кушнер Л.К. Влияние нестационарных режимов электролиза на свойства композиционных никелевых покрытий, наносимых на диски алмазные режущие // «Покрытия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях, экологии и оборудовании»: сб. науч. тр. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015, с. 102-103.