

Новиков А.К., Клименков С.С.,
УО «Витебский государственный технологический
университет», Витебск, Республика Беларусь

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ КАПЕЛЬНО-ВОЗДУШНОМ ПЕРЕНОСЕ НАНОЧАСТИЦ К ПОВЕРХНОСТИ КАТОДА

В настоящее время преобладающим способом нанесения дисперсно-упрочненных композиционных покрытий является электролиз растворов солей с суспендированными в растворе частицами упрочняющей фазы. Существующая технология осаждения электролитических композиционных покрытий позволяет получать покрытия толщиной от нескольких мкм до 150 мкм и более, а также регулировать физико-механические свойства металлокерамических покрытий. Процесс хорошо поддается регулированию и автоматизации, зачастую не требуется дополнительная механическая обработка покрытия. Однако перенос теории и практики осаждения металлокерамических покрытий на основе ультрадисперсных порошков в область наночастиц невозможен из-за различной физической природы данных материалов, и, как следствие, изменения гидродинамики процесса осаждения покрытия при введении в электролит наночастиц. К тому же, наночастицы обладают существенно большей способностью к агрегации и окислению из-за более развитой поверхности частицы. Поэтому нанопорошки, в особенности металлические, хранятся в виде дисперсии в специальных растворах. Таким образом, актуальным является создание технологического процесса, позволявшего бы, без потери достоинств метода электрохимического осаждения покрытий, наносить композиционные покрытия на основе нанопорошков без утери ими своих уникальных свойств.

На основании анализа особенностей распыляющего оборудования, характеристик наночастиц, параметров капельно-воздушного распыления и электролиза предлагается технологическая схема получения композиционного покрытия на базе наночастиц при их капельно-воздушном переносе к поверхности катода (рис.1). Технологическая схема содержит 11 основных операций формирования композиционного покрытия и 7 вспомогательных операций. Применение той или иной вспомогательной операций зависит от состояния поверхности изделия, его материала и наличия специализированного гальванического оборудования.

Технологический маршрут основных операций формирования композиционного слоя выбирается в зависимости от требований к толщине формируемого покрытия и вида применяемых наночастиц. Предлагается два варианта реализации способа капельно-воздушного формирования покрытий – с раздельным и совместным электростатическим напылением компонентов покрытия – нанопорошка и электролита.

Согласно предлагаемой технологической схеме на некоторых этапах осаждения металла матрицы по механизму электрокристаллизации планируется от электролиза из ванны с электролитом перейти к электролизу из газовой фазы, в котором перенос ионов к поверхности катода осуществляется путем распыления электролита, а его зарядка осуществляется при помощи специальных электростатических форсунок.

Технологическая схема также предполагает изменение механизма переноса нанопорошковых частиц к изделию. Предлагается перейти от электрофоретического перемещения наночастиц в электролите-суспензии к электростатическому напылению и заращиванию их слоем металла матрицы.

Каждый из технологических этапов формирования композиционного покрытия характеризуется собственными параметрами в зависимости от материалов матрицы и дисперсной фазы.

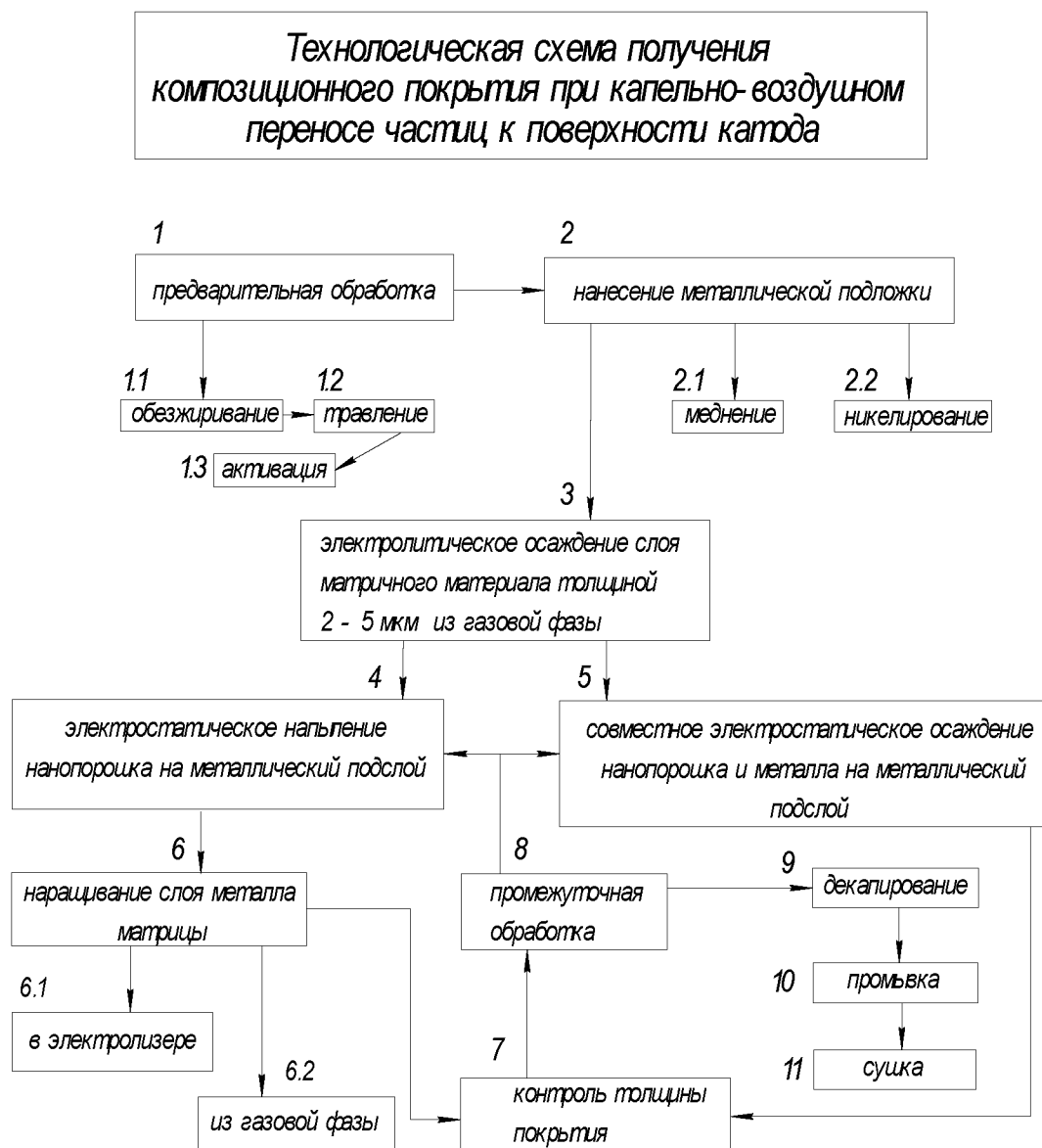


Рис. 1.

Основное отличие данной технологии от стандартного процесса формирования композиционного электрохимического покрытия заключено в трех операциях:

- **Операция 3 технологической схемы – электростатическое осаждение слоя матричного материала** – проводится для создания подслоя матрицы, в котором будет осуществляться закрепление нанодисперсных частиц. На данном этапе необходимо получить на детали равномерный слой металла матрицы. Электролит без добавок дисперсной фазы распыляется через сопло электростатической форсунки на поверхность изделия. При этом сопло форсунки является анодом, а изделие катодом. При прохождении через сопло форсунки электролит обогащается катионами металла, а капли электролита приобретают поверхностный заряд. Режимы ионизации выбираются исходя из максимально возможного значения заряда электролита для данного материала с целью получения развитой поверхности слоя, в котором будут закрепляться частицы порошка. При достижении каплями электролита поверхности катода, происходит электрокристаллизация металла по обычной схеме электролиза – путем разрядки катионов металла на катоде и образования металлического слоя. Время осаждения данного подслоя τ выбирается в зависимости от размера частиц второй фазы композиционного покрытия, т.к. необходимо обеспечить минимальную толщину слоя матрицы равную радиусу частицы. Если требуется осадить слой покрытия не упрочненный нанодисперсными частицами, то время процесса осаждения будет определяться только назначением данного слоя в покрытии и общей толщиной покрытия. В этом случае в технологической схеме деформационного формования КЭП будут