

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КАТОДОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Вегера И.И.

Интенсивное развитие метода испарения и конденсации в вакууме за последние годы обусловлено универсальностью технологии, высокой производительностью процесса нанесения покрытий, малой энергоёмкостью и рядом других преимуществ по сравнению с традиционными методами получения покрытий различного функционального назначения (гальваническим осаждением, плакированием, плазменным напылением, катодным распылением). Одно из основных преимуществ метода испарения и конденсации в вакууме – экологически чистая технология.

Постоянно возрастающие потребности народного хозяйства и разнообразие номенклатуры металлируемой продукции обусловили появление широкого класса специальных вакуумных установок, предназначенных для решения конкретных производственных задач – металлизации рулонных и полосовых материалов, нанесение защитных, износостойких, декоративных покрытий на металлические и неметаллические материалы, изготовление различных плёночных элементов электронной техники.

Вакуумно-дуговое нанесение покрытий (катодно-дуговое осаждение) – это физический метод нанесения покрытий (тонких плёнок) в вакууме, путём конденсации на подложку (изделие, деталь) материала из плазменных потоков, генерируемых на катод-мишени в катодном пятне вакуумной дуги сильноточного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода

Катод – электрод некоторого прибора, присоединённый к отрицательному полюсу источника тока. Катоды делятся на простые и сложные. Простые катоды состоят из однородного металла, например вольфрама. Сложные, или активированные, катоды представляют собой сердечник из тугоплавкого металла,

на поверхность которого нанесен тонкий слой другого вещества, называемый активным слоем. Активный слой уменьшает работу выхода электронов, за счёт чего снижается рабочая температура катода и повышается его эффективность.

Способ получения литого трубного катода из сплавов на основе алюминия для ионно-плазменного нанесения покрытий включает плавление сплава из шихты и его заливку расплава в предварительно нагретую литейную форму в вакууме, осуществляемые в вакуумно-индукционной печи. В процессе плавки проводят электромагнитное перемешивание и рафинирование расплава. Заливку расплава осуществляют со скоростью 6–20 кг/мин при температуре 710–850 °С в графитовую форму с заливочной чашей и цилиндрическим трубным стержнем или металлический разъемный кокиль с цилиндрическим трубным стержнем из песчано-глиняной смеси или из литейного графита. На внутреннюю поверхность отлитого катода наносят припой и осуществляют пайку катода с охлаждаемой оправкой. Этот способ может использоваться в авиационном и энергетическом турбостроении для получения трубных катодов из алюминиевых сплавов, используемых при вакуумно-дуговом или магнетронном испарении и нанесении ионно-плазменных защитных покрытий на лопатки авиационных и промышленных газотурбинных двигателей и установок.

Наиболее близким по технической сути к предлагаемому способу является способ получения литых трубных изделий из сплава на основе кремния с содержанием алюминия (5–50)%, включающий размещение шихтовых материалов и предварительно нагретой литейной формы в вакуумно-индукционной печи, нагрев и плавку шихтовых материалов, заливку расплава в литейную форму через воронку, охлаждение формы с отливкой, удаление литейной формы и механическую обработку отливки для получения катода, нанесение припоя на внутреннюю поверхность катода и пайку катода к охлаждаемой оправке.

Этот способ позволяет получать качественные трубные катоды или мишени из сплавов на основе кремния. В нём используется сплошной цилиндрический стержень из литейного графита, что позволяет получать литые трубные изделия из сплавов на основе

кремния, так как эти сплавы имеют коэффициент линейного термического расширения (КТР), очень близкий к графиту. Однако и этот способ не позволяет получать трубные катоды из алюминиевых сплавов, так как при кристаллизации полых отливок за счет усадки металла происходит сжатие внутреннего стержня заливочной формы, что приводит к образованию горячих продольных трещин в отливках из алюминиевых сплавов за счет низкой податливости внутреннего стержня формы.

Недостатком этого способа является невозможность получения литых трубных катодов высокого качества из алюминиевых сплавов.

Технической задачей предлагаемого способа является создание способа получения качественных трубных катодов из сплавов на основе алюминия с плотностью не менее 98% для процесса ионно-плазменного нанесения жаростойких диффузионных покрытий.

Так же существует способ получения литых качественных катодов или мишеней из сплавов на основе никеля и кобальта для процесса вакуумно-дугового нанесения покрытий.

Согласно известному способу катод получают путем изготовления слитка из материала катода одним из известных способов, например, вакуумно-индукционной плавкой, и последующего электронно-лучевого плавления слитка, рафинирования расплава с последующей заливкой расплава в охлаждаемый кристаллизатор с подвижным подом. Таким способом удается получать заготовки катодов в виде цилиндрических прутков.

Недостатками известного способа являются многостадийность технологии изготовления катода и большая трудоемкость процесса его получения, а также то, что известный способ позволяет получать катоды из сплавов на основе никеля или кобальта.

Известны также способы получения литых катодов, где для получения слитка используется многолучевой нагрев расплавляемого слитка и кристаллизатора (патент США № 4838340), или используется многолучевой нагрев и промежуточный лоток для плавки и рафинирования сплава или промежуточная воронка (патенты США № 4838340, 4588729, 4190404).

Недостатками этих способов являются сложность технологии изготовления слитков из сплавов на основе алюминия и большая трудоемкость процесса его получения, а также высокая стоимость получаемых слитков.

УДК 621

Кислянков В.В., Демчук И.О.

ПОКАЗАТЕЛИ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Дробыш А.А.

Любая технология получения пористых проницаемых материалов на основе порошков предполагает рассмотрение характеристик и свойств изготавливаемых пористых проницаемых изделий (ППИ).

Форма частиц, гранулометрический состав, насыпная плотность и плотность утряски являются основными характеристиками, применяемыми для описания технологических свойств порошков.

Гранулометрический состав (модуль крупности) порошков зачастую определяли методом ситового анализа ГОСТ 9758–86, насыпную плотность определяют по ГОСТ 9758–86, форму частиц исходного порошка и рассеянных фракций, частиц шихты оценивают на оптических и электронных микроскопах.

Плотность утряски исходного порошка и шихты на его основе определяют по ГОСТ 25279–93.

Наиболее значимыми показателями структурных и каркасных характеристик традиционно считают пористость, проницаемость, размер пор, плотность и ее распределение, прочность.

При определении пористости наибольшее распространение получили расчетный метод, методы пропитки, гидростатического взвешивания, металлографический. Наиболее простым является расчетный метод (ГОСТ 18898–89).

Размеры пор определяют методом вытеснения из них воды: максимальный и средний размеры пор рассчитывают по формуле Бетхольда: