

Нанесение защитных покрытий на алюминий в магнетронном разряде

Секция: физика и астрономия

Лозбенев Николай, Пришвицын Александр

Класс: 11

ГБОУ Лицей №1511 при НИЯУ “МИФИ”, г. Москва

Научный руководитель: Зибров Михаил Сергеевич, студент НИЯУ МИФИ

Цель работы: нанесение различных покрытий на алюминий в стационарном магнетронном разряде с целью его защиты от коррозии в агрессивных средах и сравнение защитных свойств получаемых покрытий.

В настоящее время алюминий и его сплавы широко используются в промышленности благодаря своим многочисленным достоинствам: легкости и простоте в обработке, высокой тепло- и электропроводности и относительно невысокой стоимости. В частности, они широко используются в электротехнической промышленности (для изготовления обкладок конденсаторов и деталей для разных приборов). Однако возможности его использования ограничиваются тем, что он подвержен коррозии в некоторых агрессивных средах.

Эта проблема может быть решена путем создания на алюминии защитного покрытия, которое должно быть химически инертным и достаточно плотным, чтобы препятствовать проникновению агрессивного агента сквозь материал покрытия к алюминию. Это позволит расширить области применения изделий из алюминия, улучшить их некоторые характеристики и увеличить срок их службы.

Можно предположить, что углерод является подходящим материалом для создания защитных покрытий, так как основные углеродные материалы (графит и алмаз) химически инертны при комнатных температурах. Также можно рассматривать такие металлы, как титан, медь, хром и другие, которые являются химически инертными.

Свойства покрытия определяются не только его материалом, но и в значительной мере способом его нанесения. Осаждение покрытий в магнетронном разряде является хорошо зарекомендовавшим себя методом создания плотных и однородных покрытий с хорошей адгезией. Главными преимуществами магнетронных систем является высокая скорость нанесения покрытий и низкие давления рабочего газа.

В данной работе нанесение покрытий проводилось на установке «МР-1» со стационарным магнетронным разрядом. Образцы из алюминиевой фольги высокой чистоты, на которые были нанесены защитные покрытия, располагаются над катодом на подложке, прикрепленной к крышке вакуумной камеры. Осаждение пленок в данной установке происходит за счет распыления ионами аргона, образующимися в плазме магнетронного разряда, мишени, распложенной на катоде. Для распыления использовалась мишень из графитовой бумаги. С ее помощью было нанесено чисто углеродное покрытие. Для нанесения титан-углеродной пленки, на мишень были положены небольшие кусочки титана. В одном из экспериментов их было несколько больше, чем во втором. В результате исследования были получены: углеродное покрытие, титан-углеродное покрытие с большим содержанием титана и титан-углеродное покрытие с малым содержанием титана.

Далее был проведен анализ полученных образцов. Степень адгезии (сцепления) полученного покрытия с алюминиевой подложкой оценивалась при помощи «скотч-теста». У всех полученных образцов оказалась высокая степень адгезии.

Защитные свойства пленок исследовались в 30% водном растворе щелочи КОН. На исследуемые образцы фольги в разных участках наносили несколько капель раствора щелочи и оставляли на некоторое время. На всех образцах при взаимодействии с щелочью практически сразу наблю-

далось газообразование. После окончания реакции было видно, что целостность покрытия разрушена. Для исследования причин образцы были изучены на РЭМ (растровый электронный микроскоп). При многократном увеличении было видно, что в пленке присутствует большое количество микротрещин, которые не могут удержать ионы гидроксильной группы от проникновения под поверхность пленки. Ионы ОН свободно проходят через покрытие и реагируют с оксидом алюминия на поверхности этого металла. В результате выделяется водород, под давлением которого пленка разрушается. Следовательно, полученные покрытия не обеспечивают защиту алюминия от агрессивных сред. Для того чтобы удостовериться в том, что углерод и титан не реагируют с щелочью, были исследованы их свойства в растворе NaOH. Визуально не наблюдалось никакой реакции, что подтверждает литературные данные о химической устойчивости углерода и титана.

Хотя такие исследования проводятся впервые, их актуальность сегодня может считаться доказанной. Ведь, при успехе использование таких покрытий в промышленности, возможно, приведет к удешевлению некоторых электротехнических приборов. В будущем необходимо улучшать качество покрытия, чтобы добиться лучшей защиты подложки от агрессивного воздействия внешней среды.

В дальнейшем можно пробовать наносить покрытия из других материалов. Например, перспективным материалом является медь. Она обладает схожими с углеродом свойствами и, возможно, защитит алюминий воздействия от агрессивных сред.

Литература:

1. Зибров М.С. «Магнетронное нанесение защитных покрытий на алюминиевые фольги для суперконденсаторов»: отчет о преддипломной практике. НИЯУ МИФИ, 2011.
2. Курнаев В.А. Плазма – XXI век. М.: МИФИ, 2008.
3. Каштанов П.В., Смирнов Б.М., Хиплер Р. «Магнетронная плазма и нанотехнология». Успехи физических наук, т. 177, №5, 2007.