

УДК 620.198

Гончаров А. А., Гончарова С. А., Агулов А. В.

ЗАЩИТНЫЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ ПЛЕНОК ДИБОРИДА ТАНТАЛА ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Большинство технических металлов в атмосфере, а также в ряде коррозионных сред термодинамически неустойчиво. Этим объясняется их стремление к самопроизвольному разрушению, коррозии. Степень термодинамической неустойчивости металла зависит как от свойств металла, так и от характера коррозионной среды и внешних условий. Одним из способов защиты материалов от воздействия агрессивных сред является создание коррозионно-стойких покрытий [1].

Пленочные покрытия боридов переходных металлов, особенно в наноструктурном состоянии, вызывают в последнее время повышенный интерес среди исследователей благодаря высоким физико-механическим характеристикам. В настоящее время практически нет такой отрасли в машиностроении, в которой не использовались бы тонкие защитные покрытия [2]. Наиболее распространёнными способами получения защитных покрытий, до недавнего времени было получение их ионных расплавов. Но данный метод имеет и свои существенные недостатки – процесс осаждения происходит при высоких температурах, а соответственно является весьма нестабильным. Альтернативой данному методу в настоящее время выступает метод высокочастотного магнетронного распыления, спечённых мишеней, на основе боридов нитридов и карбидов. Главным преимуществом данного метода является возможность варьирования структуры напыляемого покрытия, и соответственно физико-механических характеристик. В настоящее время наиболее распространёнными из них является TiB_2 , но быстро развивающиеся технологии диктуют новые стандарты машиностроения. Синтез и исследование плёнок в нанокристаллическом состоянии особенно актуальны, поскольку известно, что переход в это состояние сопровождается резким изменением физико-механических характеристик.

Перспективными в качестве защитных твердых слоев могут быть пленки, полученные в системе Ta–B, так как по своим физико-механическим характеристикам они не уступают исследованным боридам переходных металлов (TiB_2 , ZrB_2 , CrB_2), а по стойкости против окисления в атмосфере при высоких (~ 1000 °C) температурах превосходят все вышеперечисленные бориды переходных металлов [3].

Целью работы является исследование коррозионной стойкости наноструктурных плёнок боридов тантала, так как известно, что борид тантала является наиболее стойким в агрессивных средах среди боридов переходных металлов.

Методом неактивного ВЧ-магнетронного распыления мишени TaB_2 синтезированы наноструктурные пленки боридов тантала. Структура и фазовый состав пленок исследовались методами рентгеновской дифрактометрии (ДРОН-3), просвечивающей электронной микроскопии (JEM-200A), растровой электронной микроскопии. Устойчивость к электрохимической коррозии измерялась с помощью потенциостата П-5827М.

В процессе исследований были получены покрытия различных структур, на подложках из Ст. 3 и Ст. 45. Были проведены исследования на плёнках, получаемых в различных средах, в частности $Ag + N_2$. Описано влияния структуры и свойства на антикоррозионные свойства покрытий.

Приблизённо судить о термодинамической нестабильности различных материалов в растворах электролитов, т. е. о возможности электрохимической коррозии материалов,

можно по стационарным потенциалам. Стационарный потенциал образца определяли в 3 %-м растворе хлорида натрия и снималась поляризационная кривая потенциостатическим методом в том же растворе с помощью потенциостата П-5827М при комнатной температуре (рис. 1).

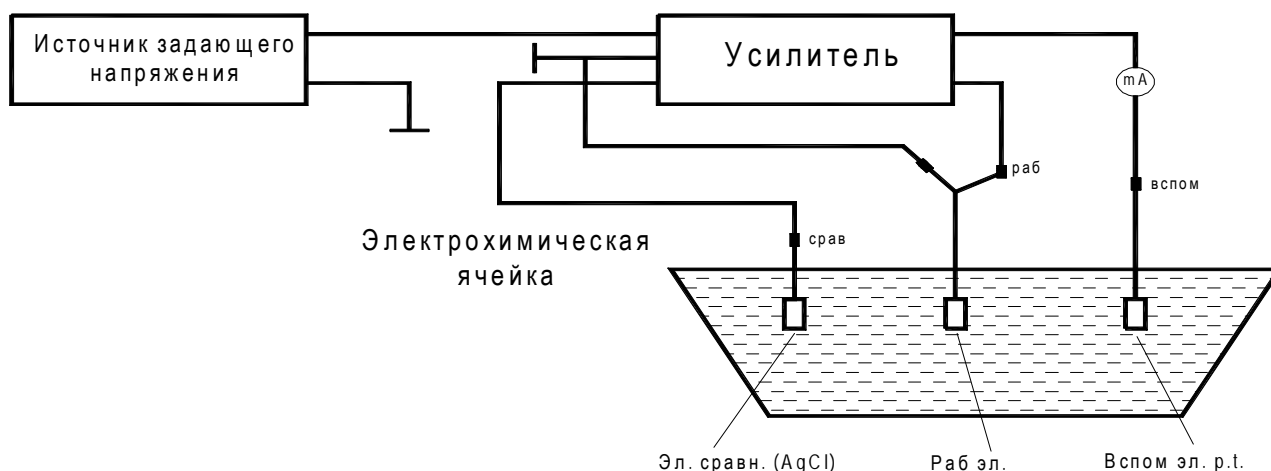


Рис. 1. Структурная схема потенциостата П-5827М

Для крепления образца в электрохимической ячейке использовался держатель из оргстекла. Образец выдерживался в коррозионной среде в течение суток до установления стационарного потенциала. Точность определения величины стационарного потенциала составляла ± 2 мВ. После проведения вышеуказанных операций снимали поляризационную кривую. Изменяя потенциал ступенями по 20 мВ с выдержкой при данном потенциале в течение 5 мин, измеряли значение поляризационного тока, соответствующего данному потенциалу. Согласно полученным значениям потенциала U и плотности тока j была построена зависимость $U = f(lgj)$.

Как оказалось, способ получения боридных покрытий влияет на все электрохимические характеристики исследуемых образцов, в том числе и на стационарный потенциал.

Характерные особенности пассивирующихся коррозионных систем определяются кинетикой анодного процесса. На рис. 2 представлены потенциодинамические анодные кривые коррозии стали в исходном состоянии и с покрытием борида тантала. По полученным кривым определялись значения коррозионного тока j , характеризующего скорость растворения плёнки, методом экстраполяции анодных ветвей до их пересечения с линией, соответствующей стационарному потенциалу U_{cm} данного образца. Найденные значения коррозионных токов для стали в исходном состоянии $j = 0,32$ А/м и для стали с покрытием борида тантала $j = 0,25$ А/м, свидетельствуют о том, что покрытия обладают защитными свойствами. Композит покрытие/сталь корродирует в 1,3 раза медленнее, скорость коррозии снижается на 21 %.

На рис. 3 представлены потенциодинамические анодные кривые коррозии стали в исходном состоянии и плёнок с покрытием боридонитридов тантала при различных содержаниях азота от 5 % до 20 %. Влияние легирования азотом на коррозионную стойкость покрытия зависит от концентрации азота. Скорость коррозии определяем по току коррозии, который соответствует точке пересечения линейных участков тафелевской кривой $lgj = f(U)$. Параметры коррозии покрытий TaB_2 приведены в табл. 1.

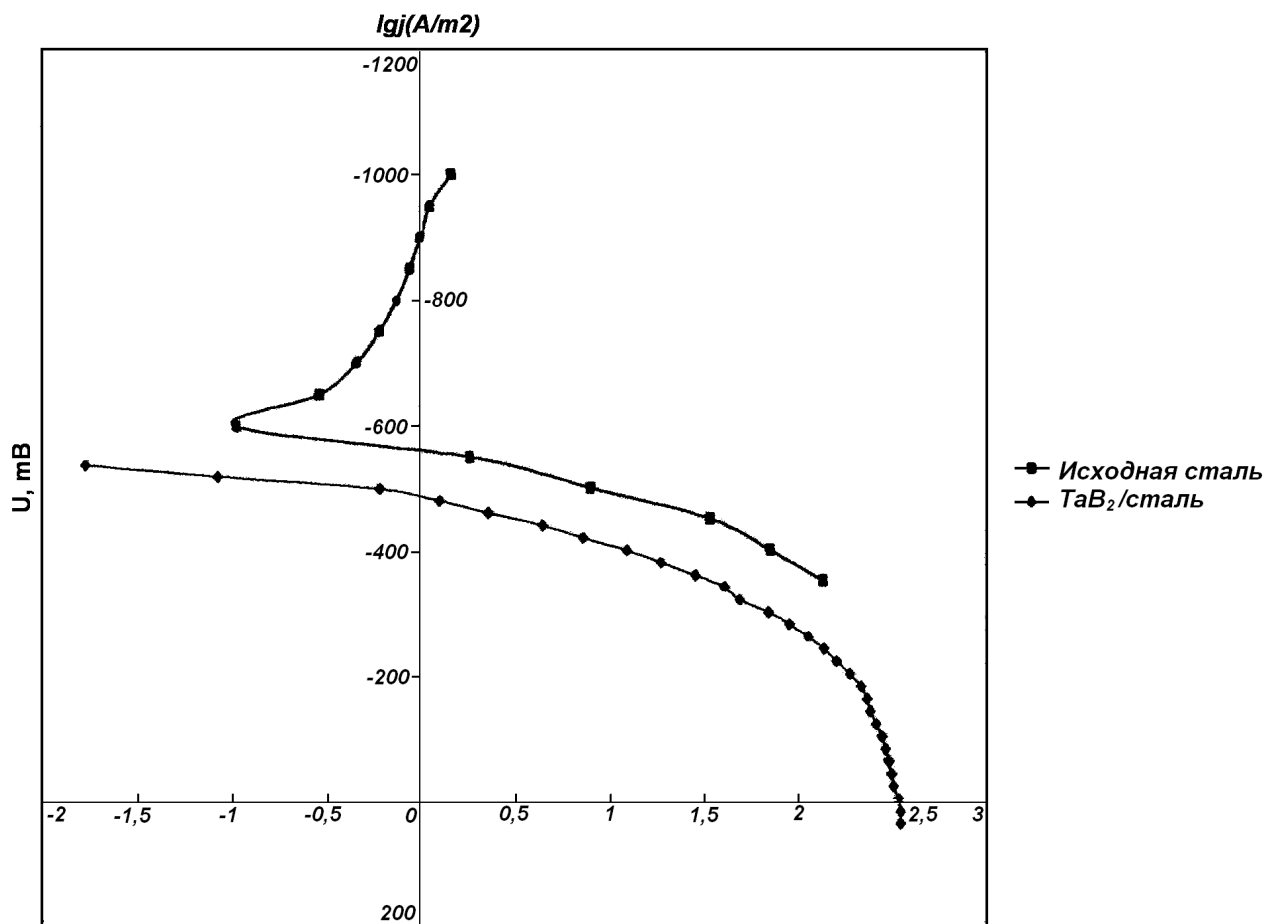


Рис. 2. Потенциодинамические поляризационные кривые коррозии

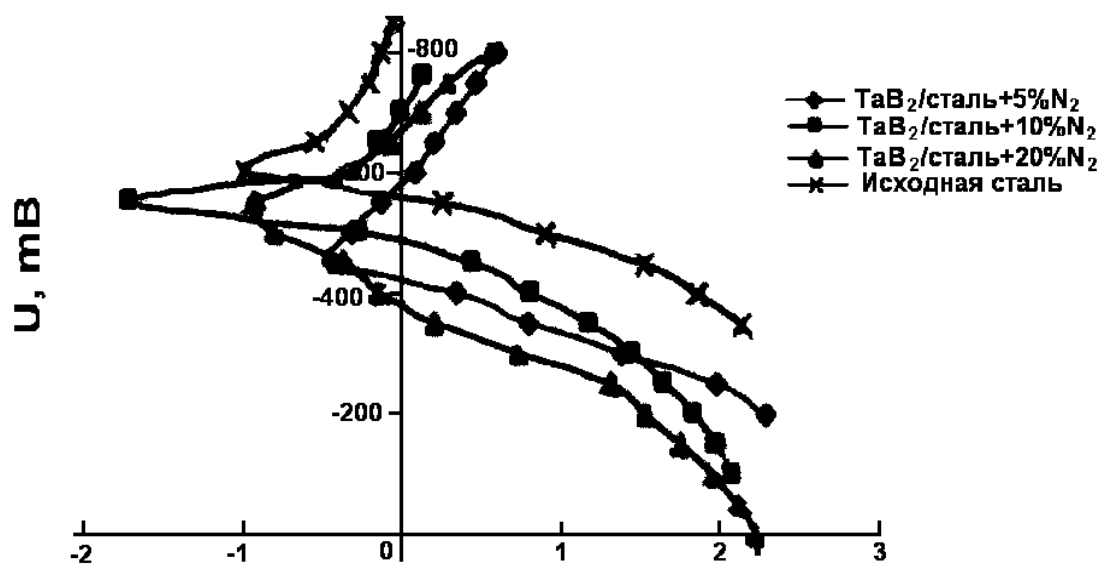


Рис. 3. Влияние азота на коррозию покрытия TaB₂

Таблиця 1

Параметры коррозии покрытий TaB₂

Образец	Потенциал коррозии $U_{кор}$, мВ	Плотность тока коррозии $j_{кор}$, А/м ²
Исходная сталь	-615	0,32
TaB ₂ /сталь	-540	0,25
TaB ₂ /сталь + 5 % N ₂	-465	0,46
TaB ₂ /сталь + 10 % N ₂	-515	0,26
TaB ₂ /сталь + % 20 N ₂	-485	0,17

Установлено, что коррозионная стойкость плёнок с покрытием боридонитридов тантала повышается, если содержание азота составляет 10 % и 20 %. А при содержании 5 % N₂, коррозионная стойкость покрытий ниже, чем у исходной стали.

Таким образом, скорость коррозии будет увеличиваться при содержании азота меньше 10 %, а при большем содержании азота скорость коррозии будет уменьшаться.

ВЫВОДЫ

Определено влияние легирования азотом на коррозионную стойкость покрытия. Плёнка с покрытием боридонитридов тантала при содержании 20 % азота обладает наилучшими защитными антикоррозионными свойствами и снижает скорость коррозии в 1,8 раза. Полученные значения коррозионных токов для стали в исходном состоянии и для стали с покрытием борида тантала говорят о том, что покрытия обладают защитными свойствами. Для композита покрытие / сталь скорость коррозии снижается на 21 %. Следовательно, условие получения боридных плёнок оказывает влияние на их коррозионную стойкость. В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что синтезируемые плёнки вполне могут выступать защитными покрытиями в машиностроении, демонстрируя высокие параметры устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малышев В. В. Защитные покрытия тугоплавкими соединениями металлов IV-VIA групп, наносимые из ионных расплавов / В. В. Малышев // Защита металлов. – 2004. – Т. 6. – С. 584–600.
2. Андриевский Р. А. Структура и физико-механические свойства наноструктурных боридонитридных плёнок / Р. А. Андриевский, Г. В. Калинин, Н. П. Кобелев // Физика твёрдого тела. – 1997. – Т. 39. – Вып. 10. – С. 1859–1864.
3. Григорьев О. Н. Структура, субструктура и напряженное состояние ионно-плазменных конденсатов квазибинарной системы Ti-B₂-W₂B₅ / О. Н. Григорьев, А. Т. Пугачев, О. Б. Соболев // Совр. материаловедение. Проблемы и состояние : сб. докладов Межд. конф. – Киев : ИПМ. – 2005. – С. 528–529.
4. Букатова Г. А. Эффективность электроосаждённого танталового покрытия в присутствии сильного депассиватора / Г. А. Букатова, Е. Г. Полякова // Защита металлов. – 2002. – Т. 38. – С. 407–411.
5. Черепин В. Т. Вторичная ионно-ионная эмиссия металлов и сплавов / В. Т. Черепин, М. А. Васильев / Киев : Наук. думка, 1975. – 239 с.