



И. В. Еремеев, С. М. Белоглазов

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА,
АБСОРБИРОВАННОГО ПРИ ХРОМИРОВАНИИ В ОСАДКЕ
И ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ СТАЛИ**

Рассмотрено водородосодержание системы «электроосадок хрома – стальная основа» после хромирования в стандартном электролите, модифицированном органическими соединениями.

This article analyses the hydrogen distribution profiles in the chromium plating and the steel base in the process of chromium electrodeposition in a standard bath, modified by organic compounds.

Ключевые слова: распределение водорода, электроосаждение хрома, наводороживание.

Key words: hydrogen distribution, chromium electrodeposition, hydrogen absorption.

Введение

Электроосаждение хрома из распространенных в заводской практике электролитов на основе хромовой кислоты сильно отличается от процессов электроосаждения остальных металлов тем, что выделение хрома идет из аниона CrO_4^{2-} при плотностях катодного тока, на 1–2 порядка больших по величине [1; 2], и выход по току хрома не превышает 15 %, что имеет следствием выделения на катоде очень большого количества водорода, поэтому неудивительно, что процесс хромирования сопровождается большим наводороживанием металла-основы [3]. В работе было исследовано влияние органических добавок на количество абсорбированного хромовым покрытием и стальной основой электрохимически выделенного водорода.

Экспериментальная часть

Электроосаждение хрома проводилось из стандартного электролита (CrO_3 – 250 г/л, H_2SO_4 – 2,5 г/л) при следующих режимах электролиза: плотность катодного тока – 50, 75 и 100 А/дм², длительности процесса – 120, 80 и 60 мин соответственно (до получения осадка хрома толщиной 50 мкм), температура электролита – 35°С. Объем абсорбированного покрытия хромом стальными образцами водорода определяли сразу после извлечения их из электролита. В качестве метода определения водородосодержания системы «осадок хрома – стальная основа» был выбран метод послойного анодного растворения [2–5], который позволяет определять не только общий объем абсорбированного водорода, но и характер его распределения по сечению образцов. Метод основан на убыли концентрации растворенного в электролите кислорода, взаимодействующего в присутствии платинового катализатора с выделяющимся при анодном растворении водородом, с применением в качестве реагента на кислород сафранина Т. Концентрацию растворенного в электролите кислорода определяли по градуировочному графику, построенному по эталонным растворам сафранина Т, измеряя оптическую плотность на фотоколориметре с зеленым светофильтром.

Результаты и их обсуждение

На рисунке представлены результаты исследования водородосодержания осадка хрома и стальной основы (концентрационные водородные профили), полученные при трех D_k и наибольшей концентрации (5 мМоль/л) в стандартной ванне хромирования органических соединений (ОС), исследованных также на потерю пластичности высокопрочной стали при торсионном скручивании.

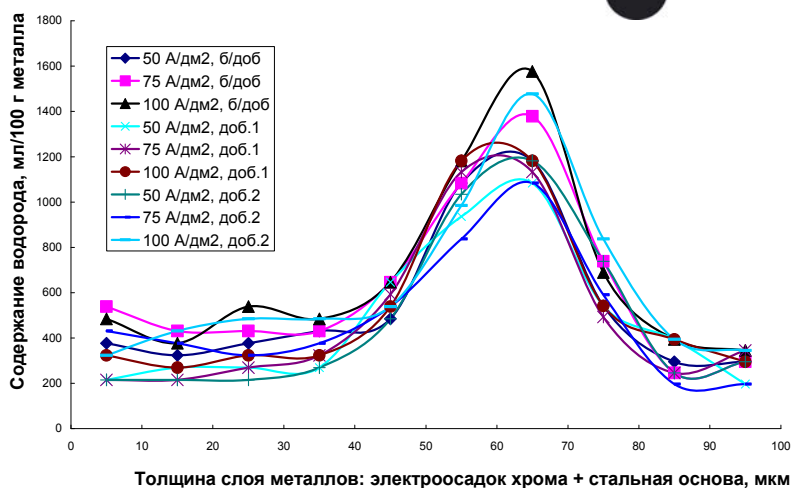


Рис. Содержание водорода в системе «осадок хрома (50 мкм) — стальная основа остальное» в зависимости от расстояния от границы «раствор электролита хромирования — металл» и плотности катодного тока при содержании в ванне органических добавок

Водородосодержание приповерхностных слоев стали значительно превосходит такое в осадке хрома. Если в хrome при отсутствии ОС в электролите хромирования максимальное водородосодержание, наблюдаемое на границе со стальной основой, составляет 650 мл/100 г Cr, то в стали на глубине от 15 до 30 мкм оно доходит до значения 1600 мл/100 г стали. Таким образом, впервые нами показано крайне неравномерное распределение водорода, абсорбированного стальной основой при электроосаждении хрома, причем концентрация его в относительно тонком приповерхностном слое стали достигает громадной величины, не наблюдавшейся ранее ни в одном другом процессе электроосаждения металлов [1–3].

Водородосодержание осадка хрома значительно не изменялось по его толщине, увеличиваясь с ростом плотности тока при электроосаждении хрома, причем особенно заметен этот рост на границе хрома со сталью. В стали после резкого максимума водородосодержания содержание абсорбированного сталью водорода значительно уменьшается на глубине свыше 40 мкм.

Оба исследованных ОС в качестве добавок к электролиту показали значительный ингибирующий наводороживание как хрома, так и стали эффект. Так, при электроосаждении хрома в условиях наиболее высокой плотности тока (100 А/дм²) в присутствии 1-й добавки водорода поглощается примерно в 2 раза меньше, чем из исходного электролита. При более низких D_k эффект ингибирования наводороживания проявляется еще сильнее — при 50 А/дм² водородосодержание осадка хрома не превышает 300 мл/100 г Cr. Наилучший эффект проявила добавка 1 при режиме $D_k = 50$ А/дм².

В случае со сталью ингибирующий наводороживание эффект исследуемых соединений становится менее заметен, так как водородосодержание приповерхностных слоев стали экстремально возрастает. Однако при режиме электроосаждения 100 А/дм², как и в случае с хромом, добавка 1, в отличие от добавки 2, показала значительный ингибирующий эффект. С уменьшением плотности катодного тока добавка 2 начинает проявлять большую ингибирующую активность, чем при высокой D_k . Наилучший ингибирующий эффект, как и в случае с осадком хрома, проявила добавка 1 при $D_k = 50$ А/дм². В целом оба соединения обладают ингибирующим наводороживание действием, но добавка 1 более эффективна.

Основные выводы

1. Показана применимость метода послойного анодного растворения для определения содержания водорода, абсорбированного в процессе электроосаждения хрома металлами основы (сталь) и покрытия (хром).
2. Водородосодержание приповерхностных слоев стали значительно превосходит такое в электроосадке хрома при всех плотностях тока.
3. Абсорбция водорода металлами основы (сталь) и покрытия (хром) с увеличением плотности тока при электроосаждении хрома растет.



4. Оба исследованных органических соединения проявляют ингибирующее наводороживание стальной основы и осадка хрома действие; наиболее эффективна добавка 1.

Список литературы

1. Шлугер М. А. Ускорение и усовершенствование хромирования деталей машин. М., 1961.
2. Белоглазов С. М. Наводороживание стали при электрохимических процессах. Л., 1975.
3. Белоглазов С. М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием. Калининград, 2004.
4. Белоглазов С. М. Распределение в стали водорода, поглощенного при катодной обработке в кислоте, его влияние на микротвердость // ФММ. 1963. Т. 15. С. 885–889.
5. Белоглазов С. М., Балвочене И. И. Наводороживание приповерхностных слоёв стали // ФХММ. 1987. Т. 23, №4. С. 113–115.

Об авторах

Илья Валентинович Еремеев — асп., Российский государственный университет им. И. Канта, e-mail: headstrong@inbox.ru

Сергей Михайлович Белоглазов — д-р хим. наук, проф., Российский государственный университет им. И. Канта.

Autors

Ilya Yeremeyev, PhD student, IKSUR, e-mail: headstrong@inbox.ru
Prof. Sergey Beloglazov, IKSUR.