

ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ОСАДКОВ ХРОМА

Н.И. Глянцев, Ю.А. Стекольников, В.И. Ковалевский, В.В. Котов

Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки

Показано, что максимум внутреннего трения электролитических осадков хрома обусловлен наличием в них различного количества водорода. Использование органических добавок в электролите хромирования, а также низкотемпературный отжиг способствуют уменьшению наводороживания осадков хрома, а высокотемпературный отжиг удаляет водород полностью.

Известно, что физические свойства любого металла зависят и в значительной мере определяются способом его получения. В случае электролитического осаждения металла процесс является очень сложным, т.к. на него влияет большое число факторов [1]. Однако, исследования свойств электролитических осадков необходимы из-за их широкого применения в качестве защитных и декоративных покрытий.

Нами методом внутреннего трения (ВТ) изучена температурная зависимость (ТЗ) внутреннего трения электролитических осадков хрома. Измерение ВТ осуществлялось методом изгибных колебаний исследуемого образца в температурном интервале от -200 до $+300$ °С. Низкие температуры получали непосредственно в измерительной установке, используя охлаждающую оболочку в виде криостата и пропуская через нее жидкий азот.

Для исследования использовались образцы длиной 2-6 мм, толщиной 5-30 микрон. Хром осаждали на отожженную медную подложку (фольга) толщиной 60 мкм и чистотой 99,99%, которая перед измерениями растворялась в концентрированной азотной кислоте.

Хромовые покрытия получали при плотностях тока 50-80 А/дм² в следующих электролитах:

- а) универсальный (250 г/л CrO_3 + 2,5 г/л H_2SO_4)
- б) разбавленный (150 г/л CrO_3 + 1,5 г/л H_2SO_4)
- в) разбавленный с добавками КФ (кристаллический фиолетовый), и индиго (150 г/л CrO_3 + 1,5 г/л H_2SO_4 + 1 г/л КФ или индиго).

Результаты измерения ТЗВТ электролитических осадков хрома представлены на рис. 1.

Как следует из представленных данных на всех ТЗВТ наблюдается четко выраженный максимум ВТ,

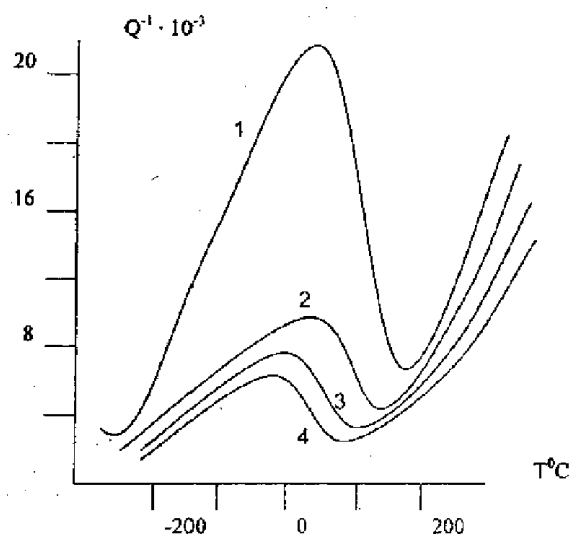


Рис. 1. Температурная зависимость внутреннего трения (ТЗВТ) электролитического хрома из универсального (1) и разбавленного (2) электролитов без добавок и с добавками КФ (3) и индиго (4)

наблюдаемый при частоте измерений 700 Гц в интервале температур 20-30 °С. В работе [2] на ТЗВТ хрома металлургического способа производства (чистотой 99,99% после 1,5 часового отжига при температуре 1000 °С), выявленный нами максимум ВТ не проявляется. Авторы работы [3], изучая ТЗВТ электролитического хрома, полученного из электролита $2\text{M CrO}_3 + 0,02\text{M H}_2\text{SO}_4$ при различных плотностях тока и температуре 65 °С, наблюдали одну из ветвей данного максимума, расположенную в области положительных температур. Они предсказали температурное положение максимума и предположили возможные причины его появления.

Полученные результаты подтверждают, что выявленный максимум ВТ обусловлен наличием различного количества водорода в исследуемых образцах.

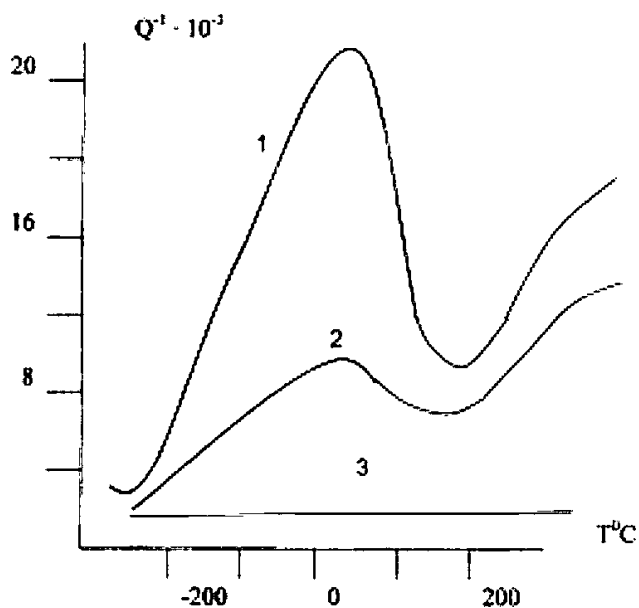


Рис. 2. ТЗВТ электролитического хрома, полученного из универсального (1) электролита; (2) – после отжига $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, время 1 час; (3) – после отжига $t = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, время 1 час

Известно, что значительная часть водорода удаляется из электролитических осадков металлов при низкотемпературном отжиге ($t \approx 100\text{--}150\text{ }^{\circ}\text{C}$), а полностью – после высокотемпературного ($t > 600\text{ }^{\circ}\text{C}$).

На рис.2. приведены ТЗВТ электролитического хрома после получения (кр.1) и соответствующих отжигов (кр.2,3). Сопоставление приведенных на рис.1 и 2 результатов свидетельствует о том, что максимум ВТ, наблюдаемый в районе $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ действительно обусловлен наличием в образцах различного количества водорода. Поскольку в разбавленном электролите (рис.1, кр.2), а так же в электролите с добавками КФ (кр.3) и индиго (кр.4) при электроосаждении выделяется намного меньше водорода [3], то максимум ВТ не изменяя своего положения, уменьшается по величине в 4-5 раз. К этому же приводит и низкотемпературный отжиг (рис.2, кр.2). Высокотемпературный отжиг удаля-

ет электролитический водород полностью, поэтому максимум ВТ исчезает (рис.2, кр.3).

Наблюдаемый на ТЗВТ высокий фон ВТ (рис.1, кр.1-4) может быть связан с высоким уровнем микронапряжений в исследуемых образцах. Подобное наблюдалось нами при изучении ТЗВТ никеля, полученного различными способами [4]. В данном случае, достаточно «толстые» (толщина более $10\text{ }\mu\text{м}$) образцы электролитического хрома местами самопроизвольно отделяются от медной подложки, а измерение ВТ при температурах выше $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ невозможно из-за быстрого затухания колебаний (рис.1). Высокотемпературный отжиг (рис.2, кр.3) снижает уровень внутренних напряжений за счет протекающих процессов рекристаллизации. В этом случае для электролитических осадков фон и значение величины ВТ становятся близкими к значениям для хрома металлургического производства.

Таким образом, при использовании хрома в качестве функциональных покрытий необходимо использовать при электроосаждении электролиты с добавками, т.к. в этом случае влияние наводороживания покрытия минимально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. М.: Металлургия, 1974, 350 с.
2. Постников В.С., Шаршаков И.М., Масленников Э.М. К вопросу о зернограничной релаксации напряжений в чистых металлах. Сб. «Релаксационные явления в металлах и сплавах». Тр. IV Всес. конф. Металлургиздат, М., 1963, С. 165-170.
3. Гранкин Э.А., Фаличева А.И., Алтухов В.К. Исследование температурной зависимости внутреннего трения в электролитических осадках хрома. Электрохимия, 1971, т. 7, № 8, С. 1131-1133.
4. Постников В.С., Ткачев В.В., Ковалевский В.И. Влияние способов нанесения покрытий на характер температурных зависимостей внутреннего трения системы металл-покрытие. ФизХОМ, 1988, № 3, С. 82-85.