

*А. М. ЩЕРБАКОВ, М. А. ШЛУГЕР***СВОЙСТВА ОСАДКОВ ХРОМА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ  
ЭЛЕКТРОЛИЗЕ**

(ЖИТОМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. И. Я. ФРАНКО)

Сопоставлены результаты исследования наводороживания, пористости, защитной способности и твердости осадков хрома, полученных при постоянном токе и импульсном электролизе. Увеличение длительности паузы приводит к снижению наводороживания, густоты сетки трещин и, как следствие, к возрастанию защитной способности хромовых покрытий. Предполагается, что причиной уменьшения наводороживания и растрескивания осадков хрома при перерывах тока является десорбция водорода, поглощенного слоем хрома за время импульса.

Импульсный электролиз является одним из перспективных способов интенсификации процесса электроосаждения хрома из хромовой кислоты, достоинство которого состоит в возможности значительного увеличения плотности тока в течение импульса [1]. Последовательное увеличение длительности паузы ( $t_n$ ) при неизменной длительности импульса ( $t_i$ ) снижает скорость электроосаждения хрома и сопровождается переходом от блестящих осадков к матовым, отличающимся более развитым рельефом поверхности [2]. Однако воздействие импульсного тока не ограничивается изменением отражательной способности осадков хрома. В ряде работ показано, что перерывы тока благоприятно сказываются на уменьшении растрескивания и наводороживания [6,7] осадков хрома. Это связывают с уменьшением внутренних напряжений осадков хрома, полученных с перерывами тока [3].

Представляет интерес изучение влияния параметров импульсного тока, прежде всего длительности паузы, на основные свойства осадков хрома и сопоставление их со свойствами осадков, полученных при постоянном токе.

Электроосаждение хрома проводили в универсальном электролите хромирования [8] при 50—70°C, длительности прямоугольных импульсов тока от 0,1 до 15 секунд и паузах той же продолжительности. Амплитудная плотность тока составляла 150—300 А/дм<sup>2</sup>. Количество поглощенного водорода определяли на установке «ЦНИИТМаш» по увеличению давления в замкнутой системе после нагревания образца до 600—650°C. Пористость покрытия изучали на металломикроскопе МИМ-7 после анодного травления слоя хрома в том же электролите и рассчитывали по числу плато в сетке трещин на 1 мм<sup>2</sup> поверхности. Твердость осадков определяли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке на алмазную пирамиду 100 г. Коррозионные испытания проводили в 3%-ном растворе NaCl в течение 170 часов. Результаты этих испытаний оценивали по общей площади коррозионных поражений. Для изучения наводороживания, растрескивания и твердости использовали медную основу при толщине слоя хрома 70—100 мкм. При коррозионных испытаниях хромовое покрытие толщиной 20 мкм наносили на стальные образцы, непокрытые участки которых изолировали лаком.

В табл. 1 представлены результаты испытания осадков хрома на содержание поглощенного водорода при различных параметрах импульсного тока.

Из приведенных данных следует, что длительность импульса не оказывает влияния на степень наводороживания осадков хрома, в то

Т а б л и ц а 1

Количество поглощенного водорода при амплитудной плотности тока 150 А/дм<sup>2</sup>

№ опыта	Длительность импульса, сек	Длительность паузы, сек	Толщина осадка, мкм	Количество поглощенного водорода на 100 г осадка
1	Постоянный ток		110	753
2	0,3	1,1	90	750
3	3,0	1,1	105	762
4	12,0	1,1	109	711
5	3,0	0,3	100	772
6	3,0	3,2	99	686
7	3,0	9,6	100	631

время как увеличение длительности паузы постепенно снижает поглощение водорода. <sup>1</sup>

Снижение наводороживания при перерывах тока объяснено [6] изменением состава прикатодной пленки при наложении периодического импульсного тока, а в работе [7] — распадом во время паузы гидрида хрома, образующегося в процессе электролиза на поверхности растущего осадка хрома. По нашему мнению, снижение количества поглощенного водорода при увеличении длительности паузы происходит вследствие десорбции атомарного водорода с поверхности осадка хрома после выключения тока. Практически одинаковое наводороживание при изменении длительности импульса можно объяснить тем, что после включения тока быстро устанавливается стационарная степень заполнения поверхности хрома атомарным водородом, который поглощается растущим осадком. Это подтверждается тем, что выход по току водорода стабилизируется в первый момент импульсного электролиза через 0,3 секунды в соответствии с рис. 1, и равен выходу по току водорода при постоянном токе.

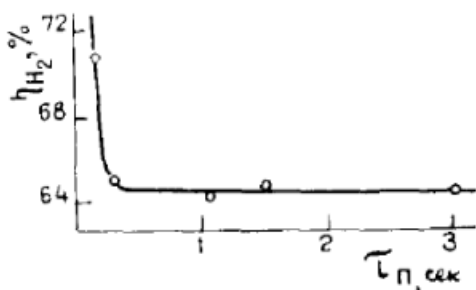


Рис. 1. Выход по току водорода при импульсном электролизе хромовой кислоты ( $t=50^{\circ}\text{C}$ ,  $D=50$  А/дм<sup>2</sup>)

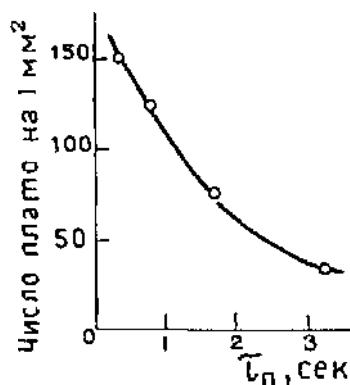


Рис. 2. Влияние длительности паузы в на растрескивание осадка хрома ( $t = 60^{\circ}\text{C}$ ,  $\gamma=150$  А/дм<sup>2</sup>,  $\tau_{к}=3$  сек)

Следствием уменьшения наводороживания хромовых покрытий при переходе от режимов постоянного тока к импульсному электролизу является резкое снижение их растрескивания, причем наряду с уменьшением густоты сетки трещин возрастает их ширина. Пористость хромовых покрытий закономерно снижается при увеличении продолжительности паузы (рис. 2).

Из данных табл. 2 следует, что увеличение плотности постоянного тока от 100 до 200 А/дм<sup>2</sup> при 60°С приводит к резкому возрастанию пористости (опыты 2—4), в то время как импульсный электролиз заметно снижает пористость в тех же пределах увеличения плотности тока (опыты 5,6).

Таблица 2

Пористость, защитная способность и микротвердость хромовых осадков, полученных на постоянном и импульсном токе

№ опыта	Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	т <sub>и</sub> » сек	т <sub>п.</sub> сек	Внешний вид осадка	Пористость (число плато на 1 мм <sup>2</sup> )	Защитная способность (96 площади коррозионных поражений)	Твердость, кг/мм <sup>2</sup>
1	50	Постоянный ток		блестящий	—	18	
2	100				75	60	1150
3	150				405	100	1080
4	200			полублестящий	610	80	1050
5	150	3	3,2	матовый	34	90	1030
6	200	3	3,2	»	11	65	985
7	300	3	3,2	»	—	30	

Защитная способность хромовых покрытий определяется степенью развития сетки трещин (пористостью) и шириной трещин в осадке. При электроосаждении хрома на постоянном токе (опыты 1—4) возрастание плотности тока значительно снижает защитную способность. Импульсный электролиз способствует не только улучшению защитной способности хромовых покрытий, но также ее значительному возрастанию при увеличении плотности тока (опыты 5—7). Микротвердость покрытий, полученных с помощью импульсного тока, несколько ниже, чем у покрытий при тех же плотностях постоянного тока (опыты 3—6). С повышением температуры от 60 до 70°С микротвердость хромовых покрытий снижается от 1000 до 850—880 кг/мм<sup>2</sup>. Продолжительность импульсов и пауз мало влияет на микротвердость хромовых покрытий.

Результаты данного исследования и предшествующих работ [1,2] показывают, что наряду с температурой и плотностью тока длительность импульса является фактором изменения выхода хрома по току, длительность паузы — фактором регулирования скорости электроосаждения, микрорельефа поверхности и изменения свойств осадков хрома. Можно установить условия электролиза, обеспечивающие при высокой скорости электроосаждения хрома получение осадков с незначительной пористостью, высокой защитной способностью и твердостью.

По нашим данным, такие условия реализуются при 60°С, плотности тока 200—250 А/дм<sup>2</sup>, длительности импульса 3 секунды и паузы 2—4 секунды.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Щербakov А. М., Шлугер М. А. Сб. «Получение твердых износостойких гальванических покрытий». М., Изд. МДНТГ1 им. Ф. Э. Дзержинского, 1970, гы—А4.

2. Щербаков А. М., Шлугер М. А., Особенкова Е. Н. Изв. ВУЗ СССР. Химия и хим. технология, 1977, т. 20, вып. 6, с. 878—881.
3. Рыкова А. В. Сб. «Исследование коррозии металлов под напряжением». М., Машгиз, 1953.
4. Каковкина В. Г., Сысоев А. Н. Тр, Харьковск. политехи. ин-та, 1958, т. 18, вып. 5, с. 107.
5. Заббип§юпЛ. С., Ноеу О. К. Plat^, 1974, уo1. 61, N 10, p. 923—930.
6. Батраков В. П., Пласкеев Е. В., Панкратов С. М. Защита металлов, 1977, т. 13, вып. 1, с. 45—48.
7. Аджиев Б. У., Сакмаров В. М., Соловьева З. А. Электрохимия, 1976, т. 13, вып. 4, с. 580—58)2.
8. Черкез М. Б., Богорад Л. Я. Хромирование. Л,«Машиностроение», 1978, с. 16.

Кафедра химии

Поступила в редакцию 8 декабря  
1977 года