

УДК 669.8

ЛЕГИРОВАНИЕ ХРОМИРОВАННОГО ПОКРЫТИЯ НАНОПОРОШКАМИ

Плугатарёв А.В., аспирант

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко)*

Рассмотрена возможность повышения эксплуатационных свойств хромируемых покрытий путем активации поверхности основного металла щеточной обработкой и введением в хромовый электролит нанопорошков алмаза и алюминия.

Электролитическое хромирование является эффективным способом увеличения износостойкости трущихся деталей. Важными физическими свойствами хромирования являются высокая износостойкость, коррозионная стойкость, а также декоративная внешность покрытия, устойчивый блеск, не тускнеющий от времени, хорошая отражательная способность, а также жаростойкость и неокисляемость при высоких температурах. Коэффициент трения хромовых покрытий ниже чем у стали, а износостойкость в несколько раз выше, особенно при легировании покрытия нанопорошками [1]. Значительную эффективность дает хромирование при восстановлении изношенных деталей.

Хром — металл стального цвета с голубоватым оттенком. Наличие многих важных физико-механических свойств обусловило хромовым покрытием, которое широко применяется во всех областях машиностроения. Удельный вес хрома 6,7; температура плавления 1520°C, атомный вес 52. В соединениях хром шестивалентен и трехвалентен [3].

Высокая химическая стойкость хромовых покрытий, дает возможность нанесения прочносцепляемых с основой слоёв.

Защитно-декоративное хромирование является одним из наиболее распространенных способов отделки металлопокрытиями изделий, эксплуатирующихся в атмосферных условиях (например, автомобилей).

Защитное хромирование применяют для повышения жаростойкости деталей, предохранения их от агрессивных сред (в том числе трущихся деталей).

Твердое хромирование широко применяется для повышения срока службы мерительного и режущего инструмента, штампов и пресс-форм, особенно для обработки неметаллических материалов (пластмассы, стекла, резины и др.), для увеличения износостойкости деталей двигателей (поршневых колец, цилиндров, поршневых пальцев, плунжерных пар топливной аппаратуры и др.) и других деталей.

Особое значение имеет широкое применение твердого хромирования для

восстановления изношенных деталей в ремонтном производстве при восстановлении деталей, забракованных из-за заниженных при обработке и в процессе их эксплуатации размеров. Выбор технологии хромирования деталей должен основываться на специфике их конструкции и требованиях условий эксплуатации.

Процесс износостойкого хромирования по сравнению с защитно-декоративным обладает некоторыми особенностями:

- напряжение на клеммах ванны более (около 5,5 В), что является результатом применения менее концентрированных электролитов.

- плотности тока, применяемые при хромировании, должны быть более высокими.

- толщина слоя хрома несоизмеримо больше, что является причиной значительной продолжительности процесса, достигающего в отдельных случаях 24 ч.

- режим электролиза следует поддерживать в строго установленных пределах. Отклонения от установленной величины плотности тока и температуры электролита в процессе электролиза могут вызвать дополнительные напряжения в слое осажденного хрома.

- хромированию подвергают обычно стальные и чугунные детали машин без покрытия промежуточным слоем какого-либо другого металла.

- перед хромированием следует выдерживать детали в ванне без тока в течение 1-2 мин., для того чтобы их поверхность достигла температуры электролита [2].

Режимы хромирования, обеспечивающие получение блестящих (более твердых) и молочных (сравнительно мягких и эластичных) осадков, выбирают в зависимости от назначения деталей, условий их службы и требований, предъявляемых к покрытию [3]. Ниже приведены основные режимы хромирования для получения осадков того или иного типа:

а) при осаждении блестящего хрома:

- температура электролита 54 – 56 °С

- катодная плотность тока D_k 30 – 50 А/дм²

- температура электролита 66 – 68 °С

- катодная плотность тока D_k 80 – 100 А/дм²

б) при осаждении молочного хрома:

- температура электролита 68 – 72 °С

- катодная плотность тока D_k 25 – 30 А/дм²

в) при осаждении молочно-блестящего (дымчатого) хрома:

- температура электролита 60 – 65 °С

- катодная плотность тока D_k 30 – 35 А/дм²

В зависимости от плотности тока, температуры и состава электролита можно получить различную твердость покрытий:

- матовое с твердостью 900-1200 НВ;

- блестящее - 600-900 НВ;

- молочное - 400-600 НВ.

Катодом, как и в других процессах, служит изделие, а в качестве анода применяют свинцовые пластины или пластины из сплава свинца с добавлением

5-10% сурьмы. Электролитом является водный раствор хромового ангидрида CrO_3 с массовой концентрацией 150-400 г/л, с добавкой 1,5-4 г/л химически чистой серной кислоты H_2SO_4 . Высокая концентрация хромового ангидрида уменьшает выход по току и рассеивающую способность электролита. Низкая концентрация вызывает необходимость более высокой корректировки электролита вследствие нарушения соотношения между хромовым ангидридом и серной кислотой, которое должно быть 100:1 [4].

При выборе режима хромирования следует учитывать рельефность детали и форму применяемого анода, определяющими степень неравномерности распределения тока между ближними и дальними её участками.

При хромировании может оказаться, что отдельные участки поверхности детали не покрываются хромом. Для предупреждения этого рекомендуются следующие меры.

При покрытии хромом деталей, имеющих некоторый рельеф, или при одновременном покрытии одностипных, смонтированных на нескольких подвесках, хромирование следует начинать с толчка тока. При этом плотность тока должна быть, примерно, в 1,5 раза больше заданной. Продолжительность толчка тока составляет 2-3 мин., затем плотность тока постепенно, в течение нескольких минут, снижают до установленной величины. Если по техническим причинам невозможно создание толчка тока, то хромирование следует начинать хотя бы при установленной величине плотности тока или близкой к ней. Не допускается начинать электролиз с небольшой плотности тока, а затем повышать ее до требуемой величины [5].

Наряду с преимуществами хромирование имеет и ряд недостатков: длительность процесса и сложность подготовительных работ; низкий КПД хромовых ванн и относительно высокая стоимость процесса хромирования; снижение усталостной прочности восстановленной детали и тонкий слой покрытия. Хромирование как электролитический процесс имеет ту существенную особенность, что хром осаждается не из растворов солей хрома, а из хромовой кислоты. В электрохимическом ряду напряжений хром более электроотрицателен, чем железо, но благодаря свойству пассивироваться, хром изменяет свой потенциал, становясь более электроположительным, чем железо, и приближаясь этим к благородным металлам. Поэтому в гальванической паре хром — железо первый не защищает железо электрохимически. В связи с высокой пористостью хромовых покрытий хром защищает железо механически лишь при наличии подслоев других металлов. Благодаря образованию пассивной пленки хром нерастворим в азотной кислоте. Серная кислота медленно растворяет хром. В соляной кислоте хром растворяется достаточно хорошо. Органические кислоты, сероводород и щелочи не реагируют с хромом. Хромовые беспористые покрытия хорошо защищают сталь. В процессе хромирования происходит насыщение поверхностного слоя стали водородом, создается так называемая «водородная хрупкость» закаленных деталей. Поэтому для тонкотонкостенных закаленных изделий типа пружин, вибраторов

и им подобных, хромирование не применяют [6].

Целью работы является повышение качества и стойкости покрытий в эксплуатации за счет повышения его твердости и сцепляемости с основным металлом, уменьшения коэффициента трения.

Согласно цели работы необходимо решить следующие **задачи**:

- улучшить качество осаждаемого покрытия за счет введения в электролит нанопорошков;
- повысить сцепляемость осаждаемого хромированного слоя за счет предварительной равномерной активации поверхности основного металла щеточной обработкой;
- повысить твердость осаждаемого покрытия за счет формирования более мелкого зерна, и уменьшить коэффициент трения.

Сделана попытка повысить уровень потребительских свойств за счет введения дополнительных добавок нанопорошков: ультрадисперсных алмазов (УДА) и алюминиевой пудры.

После проведенной активации поверхности основного металла и хромирования образца в электролитах с добавлением УДА в одном случае и алюминиевой пудры в другом четко просматривается на фото (рис.1,2) самоорганизованное выстраивание наночастиц в ряды.

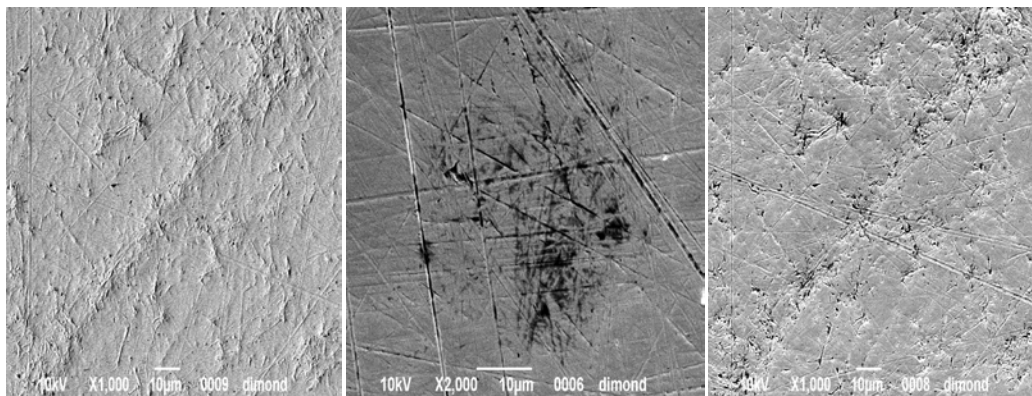


Рисунок 1 - Микроструктура покрытий с добавлением в хромовый электролит УДА

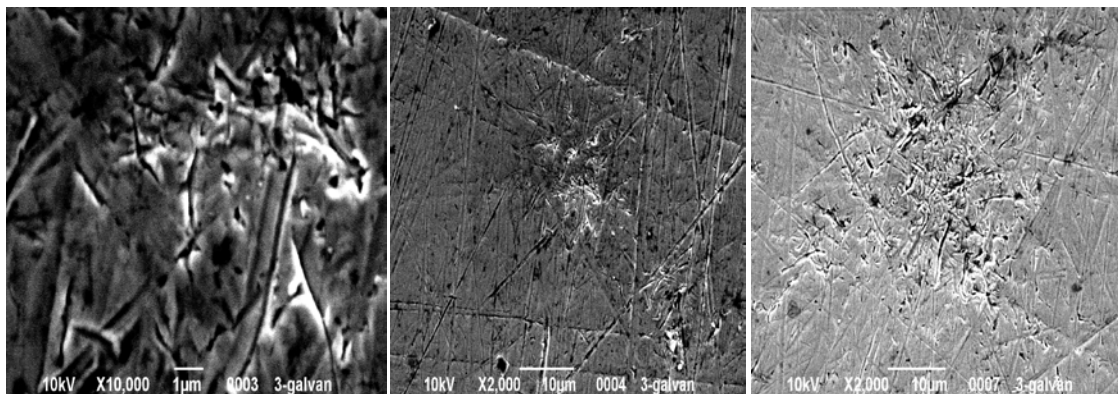


Рисунок 2 - Микроструктура покрытий с добавлением в хромовый электролит алюминиевой пудры

Недостатком введения нанопорошков в электролит является их агрегатирование относительно площади покрытия, это явление происходит из-за морально устаревшего оборудования на котором техпроцесс не меняется многие годы. Отсутствует интенсивное перемешивание электролита из-за чего вводимые присадки не находятся во взвешенном состоянии.

Рекомендуется произвести модернизацию технологического процесса при хромировании с введением нанопорошков:

- осуществлять постепенный ввод нанопорошков;
- обеспечить равномерную активацию поверхности;
- ввести в технологический процесс постоянное перемешивание электролита (барботаж, принудительная циркуляция, механическое перемешивание).

Выполнен сопоставительный анализ уровня микротвердоти без добавок и с добавками нанопорошков (табл.1).

Таблица 1 - Влияние способа обработки на микротвердость хромированных покрытий

Вид покрытия	Уровень микротвердоти Н/мм ² , при нагрузке 50 г.		
	Покрытие	Область скопления агрегатирования порошков	Переходная зона
Хромовое покрытие	1056	-	-
Хромированное покрытие с добавлением УДА	1207	1342	1228
Хромированное покрытие с добавлением алюминиевой пудры	2850	5449	4334

По результатам исследования (табл.1) видно повышение микротвердоти и, как следствие, износостойкости гальванического покрытия под воздействием ультрадисперсных частиц.

- физико-механическими исследованиями выявлена характерная структура композиционного покрытия и установлено, что ультрадисперсные частицы внедряются в гальваническое покрытие при электролизе. С помощью микрорентгено-спектрального анализа хромированных образцов с добавкой алюминия установлено, что композиционное покрытие на основе хрома содержит 1,85% этого компонента, тогда как гальваническое покрытие хрома не более 0,01%.

- предложен механизм формирования покрытия Cr(III) в электролитах, содержащих наноразмерные частицы оксидов металлов. Установлено, что наноразмерные частицы оксидов металлов, содержащиеся в оксалатно-сульфатном электролите, не растворяются в матрице покрытия, а выступают в роли средств доставки ионов хрома к покрываемой поверхности и улучшают физико-механические свойства покрытий.

- выход хрома по току и скорость осаждения покрытия в электролите на в 2,5 раза выше по сравнению с аналогичными характеристиками стандартных электролитов хромирования, что обеспечивает снижение себестоимости покрытий Cr(III) на 25-30 %.

Список литературы:

1. Тюриков Е.В. Свойства хромовых покрытий, полученных в электролитах, содержащих нанопорошок оксида алюминия. Коррозия: материалы, защита.- М., - 2007, - №11, с. 33-37.
2. Богорад Л.Я. Хромирование. - Л., 1984.- 150 с.
3. Гамбург Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов, Москва, «Янус-К», 1997, с. 32
4. Бородин И.Н. Порошковая гальванотехника. М., Машиностроение, - 1990, 235 с.
5. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов. - М., 1974. 147 с.
6. Рябой А.Я. Бронз Л.Д. Повышение ресурса авиационных деталей из высокопрочных сталей. - М., 1978. 164 с.

Анотація

Легування хромованого покриття нанопорошками

Плугатарьов А.В.

Розглянуто можливість підвищення експлуатаційних властивостей хромованих покриттів шляхом активації поверхні основного металу щітковою обробкою і введенням в хромовий електроліт нанопорошків алмазу і алюмінію.

Abstract

Alloying chrome finish nanopowders

Plugatarev A.

The possibility of improving performance properties chromeplated coatings by surface activation of the base metal brush treatment and the introduction of chromium electrolyte nano diamond and aluminum.