

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ
И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ NCM CHROME С ПОВЫШЕННОЙ
МИКРОТВЕРДОСТЬЮ, ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬЮ,
КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ, ПОЛУЧЕННЫХ
ИЗ ЭЛЕКТРОЛИТОВ-СУСПЕНЗИЙ, СОДЕРЖАЩИХ
НАНОУГЛЕРОД**

Использование химико-гальванических методов нанесения композиционных покрытий с включением второй фазы в виде нанобъектов из электролитов-суспензий позволяет эффективно управлять составом и свойствами полифункциональных покрытий. Это прежде всего касается полифункциональных хромовых покрытий.

Разработанная технология NCM Chrome покрытий позволяет наносить их на все марки углеродистых и нержавеющей сталей, медь и медные сплавы, деформируемые сплавы алюминия и сплавы алюминия с повышенным содержанием кремния, различные марки чугуна. Необходимо отметить, что электролит хромирования NCM Chrome обладает минимальной растравливающей способностью к покрываемым материалам, поэтому очень подходит для хромирования меди, сплавов на основе меди, алюминия, сплавов алюминия. При хромировании в таких случаях происходит минимальное загрязнение электролита ионами металлов деталей, подвесочных приспособлений. В связи с этим возможна прецизионная обработка изделий.

Среди используемых электролитов хромирования, электролит NCM Chrome обладает минимальным обобщённым критерием экологической опасности, требуется пониженный расход воды на промывку, пониженный вынос основных компонентов.

Выход по току, особенно при повышенных плотностях тока достигает 23,5-25%. При хромировании NCM Chrome требуются минимальные затраты электроэнергии на стабилизацию температурного режима.

В зависимости от вида и необходимых свойств хромового покрытия используются температурные режимы от 50°C до 75°C, стационарные и нестационарные токовые режимы при плотностях тока от 15А/дм² до 100 А/дм² при протоке электролита для получения одно-, двух-, трёхслойных, в том числе сверхтонких покрытий NCM Chrome.

Процесс нанесения твердого, износостойкого, коррозионностойкого и декоративного покрытия NCM Chrome осуществляется в двух вариантах:

1. Добавка «NCM Chrome S» вносится в свежеприготовленный раствор хромового ангидрида, концентрацией до 170-180 г/л.
2. Добавка «NCM Chrome St» вносится в свежеприготовленный или существующий на предприятии стандартный электролит хромирования.

Технологические, эксплуатационные и экологические преимущества NCM Chrome:

- отсутствие фторсодержащих компонентов;
- снижение расхода и концентрации хромового ангидрида в электролите на 30-35%;
- снижение выноса электролита с технологическими спутниками и ветвьвыбросами на 45-55%;
- отсутствие необходимости использования дополнительных пенообразователей и брызгоуловителей в результате снижения размера пузырьков газообразных электродных продуктов и поверхностного натяжения зеркала электролита;
- согласованность с электролитами, не содержащими фторидов;
- возможны рециркуляция и электрохимическая регенерация электролита.

Основные свойства преимущества покрытий NCM Chrome

1. Высокая термо- и химическая стабильность добавки «NCM».
2. Диапазон скорости хромирования от 0,4 до 1,5 мкм/мин. Сокращение времени хромирования по сравнению со стандартным электролитом на 40-55%.
3. Снижение затрат электроэнергии на 30-40% по сравнению со стандартным электролитом хромирования.
4. Высокая рассеивающая способность электролита и распределение металла по макро- и микропрофилю (рис. 1).



Рисунок 1 - Изменение рассеивающей способности электролита хромирования в зависимости от концентрации НУМ-А в электролите ($i_k = 50 \text{ А/дм}^2$, $T = 55^\circ\text{C}$)

5. Обеспечение необходимой микротрещеноватости, мелкой кристалличности. Поперечные шлифы покрытия NCM Chrome представлены на рис.2.

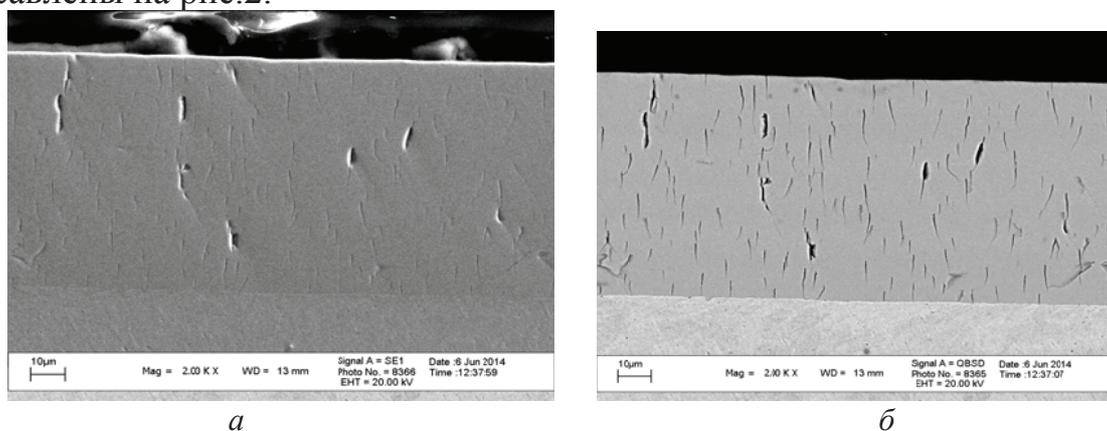


Рисунок 2 - Поперечные шлифы покрытия NCM Chrome. Обычные электроны (а) и вторичные электроны (б)

6. Диапазон изменения микротвердости от 670-850 HV0.1 при температуре 68-75°C и 950-1370 HV0.1 при температуре 54-58°C. Увеличение плотности тока от 15 А/дм² до 100 А/дм² повышает микротвердость покрытий.

7. Коэффициент сухого трения (рис. 3) хромового покрытия NCM Chrome, индентор Ст40, твердый сплав ВК-6 составляет 0,05-0,07, что обеспечивает высокое сопротивление коррозионному истиранию.

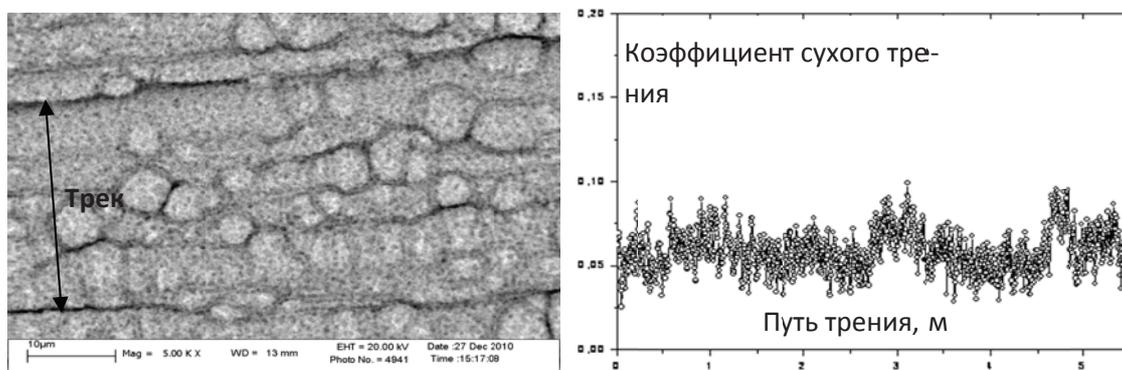


Рисунок 3 - Измерение коэффициента сухого трения пары Ст-40 – покрытие NCM Chrome на трибометре ТАУ-1М, по методу «палец-поверхность»

Равномерное распределение нанокремнезема в поверхностном слое покрытия NCM Chrome способствует снижению напряженности и коэффициента сухого трения и может выступать в качестве твердой смазки, заполняя пустоты и неровности, создавая самовосстанавливающуюся систему.

В качестве характеристики однородности распределения наноразмерных включений выступает карта распределения сетчатой

структуры в покрытии с изолиниями, где координатам точки на карте соответствует местоположение одного из тридцати пяти изображений скола, а значение присваивается в соответствии с процентным содержанием интересующей структуры на данном изображении.

Сетчатая структура поверхности скола покрытия NCM Chrome, отражающая наличие внедренных углеродных нанобъектов, наблюдается преимущественно вблизи стальной основы детали. При этом доля, которую составляет площадь поверхности скола покрытия, занимаемая сетчатой наноструктурой, изменяется при смещении вдоль толщины покрытия (рис. 4).

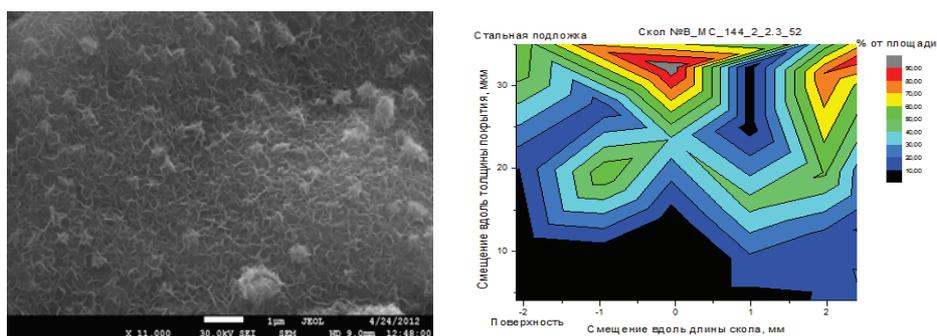


Рисунок 4 - Карта содержания наноразмерной структуры на поверхности скола покрытия (исследования метрологического центра «Роснано»)

8. Повышенная стойкость к термоударам.

Покрытие NCM Chrome сохраняет структуру при многочисленных термоударах (рис. 5).

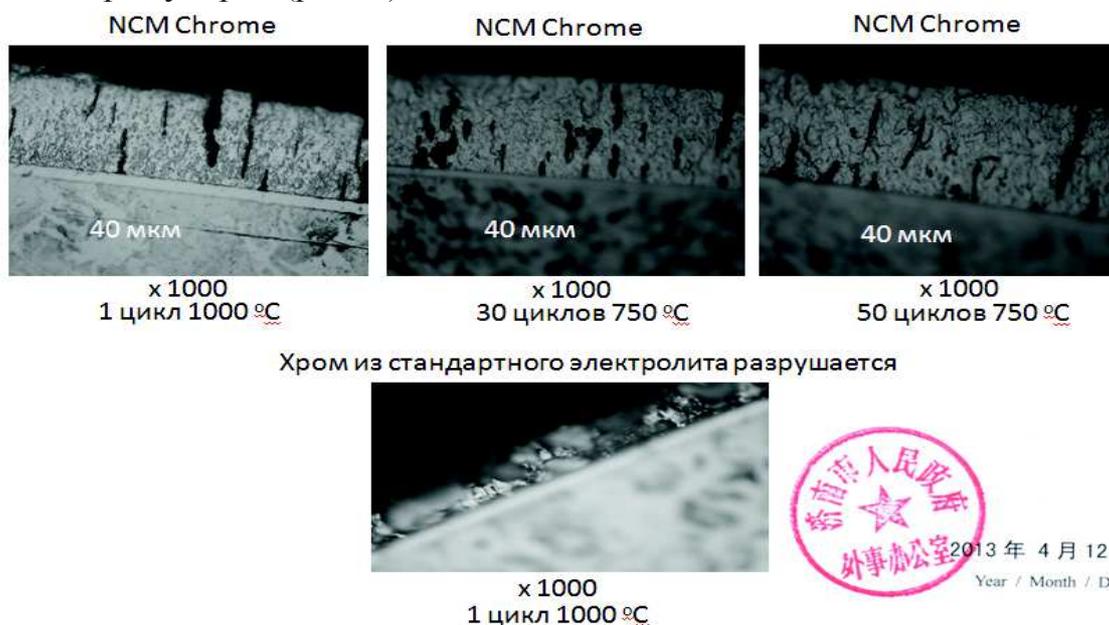


Рисунок 5 - Микрофотографии поперечных шлифов покрытий NCM Chrome в сравнении со стандартным электролитом хромирования (исследования Jinan Jingnuo Scientific Co., Ltd. , Shandong , China)

9. Низкая пористость и высокая антикоррозионная стойкость.

Крупногабаритные элементы запорной арматуры нефте- и газопроводов проходят 100%-й контроль пористости методом паст (на самих изделиях) и методом наложения фильтровальной бумаги (на образцах-свидетелях) по ГОСТ 9.302-88. При толщине покрытия 40-50 мкм пористость отсутствует (рис. 6).

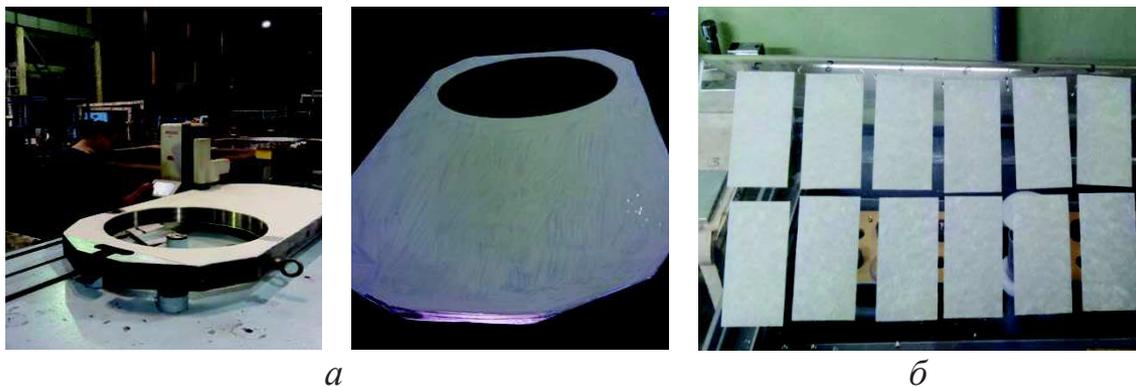


Рисунок 6 - Контроль пористости по всей поверхности методом паст (а) и методом наложения фильтровальной бумаги (б) ГОСТ 9.302-88 (исследования ЗАО «Тяжпромарматура», РФ)

Коррозионные испытания показывают, что однослойное покрытие толщиной 35-37 мкм выдерживает более 180 ч в камере 5%-го соляного тумана при температуре 35 °С.

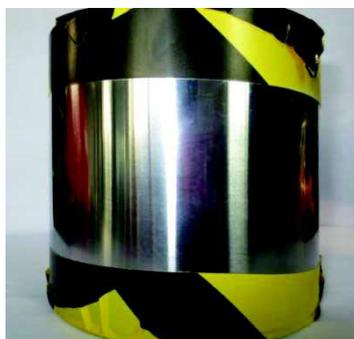


Рисунок 7 - Испытания в камере 5%-го соляного тумана при температуре 35 °С. (исследования Xuzhou XuDong Hidrulic Component Co., Ltd, XCMG, China)

В настоящее время отработаны технологии нанесения двухслойных покрытий NCM Chrome общей толщиной от 30 до 80 мкм. Двухслойные покрытия толщиной 50 мкм в камере кислотно-соляного тумана при температуре 50 °С выдерживают 126 ч до появления первых следов коррозии.

Технология хромирования NCM Chrome в течение 5-и лет успешно используется в России, Китае, Южной Корее, Тайване, Бол-

гории и других странах при нанесении полифункциональных хромо-вых покрытий на автоштки, элементы гидроцилиндров, проточные камеры насосов для нефти, прессформы для различных пластмасс, различные детали текстильной индустрии (Китай), кристаллизаторы для непрерывной разливки стали, крупногабартные шибера-задвижки и др. специальные изделия. Особыми декоративными и износостой-кими свойствами обладают наноструктурированные тонкие покрытия NCM Chrome до 1 мкм на полированных нержавеющей стали для со-временных дизайнерских решений отделочных конструкций различ-ных габаритов для внутреннего и наружного использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздович, В.Б. Ресурсосберегающая технология нанесения и свойства NCM Chrome покрытий с повышенной микротвердостью, термостабильностью полученных из электролитов–суспензий, содержащих нанокремнезем / В.Б. Дроздович, М.И. Осьмаков, В.А. Кохия, А.В. Костюкевич // Материалы II Международного технологического форума «Инновации. Технологии. Производство» 23-25 марта 2015 г. г. Рыбинск, Ярославская область.