

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ХРОМИРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Долгов Н. В., студент 2 курса инженерного факультета  
Научный руководитель – Малямова Э. Н.,  
кандидат педагогических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

**Ключевые слова:** хромирование, технология, изготовление, деталь, машина, технологический процесс, функциональные свойства

*В статье рассмотрены особенности хромирования при изготовлении деталей машин, проанализированы основные способы хромирования, определены их достоинства и недостатки.*

**Введение.** Хромирование, также известное как хромированное гальванопокрытие – это процесс обработки поверхности, при котором тонкий слой хрома наносится гальваническим способом на металлическую или пластиковую поверхность. Цель этого покрытия – обеспечить гладкое, блестящее и долговечное покрытие, повышающее устойчивость детали к износу и коррозии. Этот метод часто используется при обработке с ЧПУ для улучшения качества поверхности деталей, гарантируя их соответствие высоким стандартам качества и производительности. Благодаря точному контролю процесса нанесения покрытия производители могут добиться получения однородного слоя хрома, подходящего для различных промышленных и декоративных применений.

**Цель работы.** Анализ иностранной литературы по технологии хромирования при изготовлении деталей машин.

Краткая история хромирования. История хромирования началась в начале 20-го века, когда были открыты свойства хрома в качестве защитного покрытия. Коммерческое использование хрома началось в 1920-х годах, когда ученые разработали метод гальванического нанесения хрома на сталь. Это новшество позволило производителям изготавливать детали, которые были не только визуально

привлекательными, но и устойчивыми к ржавчине и износу, что значительно улучшило их по сравнению с более ранними методами, такими как никелирование. Со временем этот процесс эволюционировал, и появились различные виды хромирования, такие как твердый хром и декоративный хром, для удовлетворения конкретных потребностей промышленности. Сегодня хромирование остается одним из основных видов производства, особенно благодаря его способности обеспечивать долговечное и эстетически приятное покрытие широкого спектра материалов [1].

Материалы и методы в практике промышленного хромирования: широко используется универсальная ванна, содержащая хромовый ангидрид (250г/л) и серную кислоту (2,5г/л). Использование электролитов хромирования с температурой до 85°C не вызывает каких-либо структурных изменений в материале закаливаемых или ремонтируемых деталей, что позволяет в пять раз повысить износостойкость рабочей поверхности. Однако был отмечен ряд недостатков электролиза в универсальных ваннах. Во-первых, это низкая эффективность способа производства. Во-вторых, необходимо точно поддерживать соотношение концентраций компонентов в оптимальном диапазоне, чтобы обеспечить приемлемую рассеивающую и покрывающую способность, а также надежную адгезию отложений хрома к поверхности деталей машины в случае перебоев в подаче тока. Наконец, хромовые покрытия обладают высокой степенью гидрирования. Кроме того, при толщине хромового покрытия в пределах 350-1000 мкм образуются дендриты и наросты на поверхности, что приводит к увеличению шероховатости и значительному снижению износостойкости и пластичности хромированных деталей. Электролиты с низкой концентрацией хромового ангидрида (150-100г/л) используются в основном для повышения износостойкости деталей машин. Такие электролиты обеспечивают более высокий выход хрома по току, повышенную укрывистость и рассеивающую способность. Хромовые покрытия обладают более высокой прочностью и износостойкостью, а электролиты низкой концентрации менее токсичны по сравнению с электролитами общего назначения.

Когда хромирование выполняется при импульсном токе, плотность тока является наиболее важным фактором, влияющим на рассеиваемую мощность. Наименее важным фактором при тех же условиях является частота импульсов (ее влияние начинает возрастать при соотношении 1,4 к 1,5). Когда хромирование выполняется при обратимом импульсном токе, наиболее важными являются плотность тока и отношение амплитуд катодного тока к анодным токам и время их действия. При увеличении плотности тока мощность покрытия увеличивается при всех формах поляризационного тока. То у разбавленных электролитов укрывистость выше, чем у электролитов общего назначения [2].

Для получения стойкого хромированного покрытия производители используют ряд контролируемых этапов, обеспечивающих гладкость, износостойкость и однородность поверхности. Ниже приведен подробный обзор шести основных этапов хромирования:

1. Подготовка поверхности: Первым и наиболее важным этапом является очистка детали, на которую наносится покрытие. Это включает в себя удаление любых загрязнений с поверхности, масел или грязи с помощью химических чистящих средств. Правильная подготовка обеспечивает лучшую адгезию слоя хрома.

2. Активирующая ванна: Затем очищенную деталь погружают в активирующую ванну, которая обычно содержит разбавленную кислоту. На этом этапе поверхность подготавливается к эффективному сцеплению хрома, создавая слегка шероховатую текстуру на микроскопическом уровне.

3. Нанесение базового слоя (никелирование): Перед нанесением хрома на деталь обычно наносят слой никеля гальваническим способом. Этот базовый слой повышает гладкость и устойчивость к коррозии, обеспечивая более качественную отделку. Это важный этап, как для нанесения твердого хрома, так и для нанесения декоративного хромирования.

4. Хромирование: Деталь погружается в ванну с хромом, содержащую хромовую кислоту и другие химические соединения. Подается электрический ток, в результате чего ионы хрома связываются с поверхностью детали, образуя однородный слой хрома.

Этот процесс немного отличается в зависимости от того, наносится ли покрытие твердым хромом или декоративным хромированием.

5. Промывка и сушка: После нанесения покрытия изделие тщательно промывают, чтобы удалить остатки химикатов. Затем его сушат и полируют для достижения желаемого результата.

6. Осмотр и контроль качества: Заключительный этап включает в себя детальный осмотр, чтобы убедиться в отсутствии дефектов покрытия, таких как вздутия, трещины или неравномерная толщина. Детали, прошедшие проверку качества, затем готовы к использованию или дальнейшей обработке [3].

Хромирование наиболее распространено в процессе изготовления деталей машин, особенно при восстановлении деталей малого размера. При нанесении хромирования механические свойства деталей изменяются. Многочисленные исследования показывают, что хромовое покрытие значительно влияет на усталостную прочность деталей машин. В хромовом покрытии всегда присутствуют остаточные напряжения при растяжении и микротрещины из-за водородного охрупчивания в процессе нанесения покрытия. С увеличением толщины покрытия остаточные напряжения уменьшались, а плотность микротрещин увеличивалась. Для образцов с покрытием наблюдается снижение усталостной долговечности по сравнению с основным металлом. Усталостная прочность снижается при увеличении толщины слоя хрома. Для определения остаточных напряжений используется метод рентгеновской дифракции (с использованием Cu-K $\alpha$  излучения). Для оценки трещин в хромовом покрытии используется оптика микроскопа и сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) [4].

**Выводы.** Технология хромирования играет важную роль при изготовлении деталей машин, обеспечивая им долговечность, надежность и привлекательный внешний вид. Учитывая потребность в высококачественных и надежных машинах, хромирование продолжит оставаться востребованной технологией в производстве машин и оборудования.

#### **Библиографический список:**

1. What is Chrome Plating: Process, Types, Benefits and Applications By Ronan Ye in CNC Machining | Nov 11, 2024.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.3erp.com/blog/chrome-plating/>

2. Hardening parts by chrome plating in manufacture and repair To cite this article: V K Astanin et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.

327 032008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/327/3/032008/pdf>

3. Мельников, М. В. Проблемы международной кооперации в аграрных исследованиях / М. В. Мельников, М. А. Морозова, Э. Н. Маллямова // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – № 5. – С. 2-7. – DOI 10.32651/215-2. – EDN BEXPZY.

## ANALYSIS OF CHROME PLATING TECHNOLOGY IN THE MANUFACTURE OF MACHINE PARTS

**Dolgov N. V.**

**Scientific supervisor – Mallyamova E.N.**

**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

**Keywords:** *chrome plating, technology, manufacturing, machine parts, technical processes, functional properties*

*The article discusses the features of chrome plating in the manufacture of machine parts, analyzes the methods of chrome plating, as well as the pros and cons.*