

Белая ржавчина на цинковых покрытиях: причины, воздействие и способы борьбы

Цинк относится к материалам, широко используемым для защиты стали от коррозии. В промышленности его наносят на стальные детали различными способами.

К ним относятся: нанесение цинковых [покрытий гальваническим способом](#), непрерывное горячее цинкование листового материала, проволоки и цинкование стальных изделий погружением.

Когда сталь покрывают цинком в первый раз, покрытие не успевает образовать защитную оксидную плёнку и цинк, скорее всего, окислится при контакте с пресной водой.

В то время, как многие из этих технологий покрытия используют сплавы цинка (например, с алюминием), большинство изделий покрываются практически только цинком. Общая проблема для всех этих изделий – это явление «белой ржавчины», для которой в качестве эвфемизма используют также название «белые пятна».

Хотя действие данного механизма вполне понятно, его распространение представляет серьёзную трудность, как для производителей гальванических изделий, так и для тех, кто пользуется этими изделиями. Проблема возникает из-за того, что часто бывает очень трудно распределить ответственность за ущерб, наносимый гальваническим изделиям белой ржавчиной, так как покрытие сразу после нанесения может быть в идеальном состоянии.

Особую трудность представляет экспорт или импорт в контейнерах, хранение в течение длительного периода и транзит из умеренных в тропические климатические зоны. После доставки покупатель может отказаться от покрытия из-за ржавчины, появившейся в ходе транспортировки. И кто же ответственен за это?

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ БЕЛОЙ РЖАВЧИНЫ

Цинк – сравнительно реактивный металл и он активно реагирует и с кислотами, и со щёлочами. Лучше всего он проявляет свои антикоррозионные свойства в рН-нейтральной среде и потому является хорошим защитным покрытием практически при любом климате за исключением морского.

Как бы то ни было, долговечность цинковых покрытий, как и алюминиевых, зависит от формирования оксидной плёнки. После формирования данной оксидной плёнки уровень коррозии цинковых покрытий становится очень низким – обычно толщиной два микрона или меньше за год в нормальной среде.

Если покрытие на сталь было только что нанесено, цинк пока что не образует плёнки на поверхности. Химические реакции, требуемые для формирования этой плёнки, занимают некоторое время.

1. Фаза окисления $2Zn + O_2 = 2ZnO$
2. Фаза гидратации $2ZnO + 2H_2O + O_2 = 2Zn(OH)_2$
3. Карбонизации $5Zn(OH)_2 = 2CO_2 + 2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2 + 2H_2O$

Именно формирование очень легко растворимой в воде оксидной плёнки обеспечивает нижний слой цинка хорошими антикоррозионными свойствами.

Другие реакции могут происходить при наличии хлоридов, сульфатов и других разъедающих веществ, которые могут сильно ускорить разрушение цинкового покрытия. Именно воздействие воды на поверхности со «свежими» цинковыми покрытиями является основным механизмом возникновения белой ржавчины.

Чистая вода (H₂O) не содержит растворённых солей или минералов, и цинк довольно быстро реагирует с чистой водой, формируя гидроксид цинка – белый по цвету, относительно нестабильный оксид цинка. Если только что гальванизированная сталь будет подвергаться воздействию чистой воды (дождь, роса или конденсат) в среде, где не хватает кислорода, вода будет продолжать реагировать с цинком и постепенно разъедать покрытие. Наиболее часто распространённые условия, в которых появляется **белая ржавчина** – гальванические изделия хранятся плотно прижатыми друг к другу либо вода проникает между изделиями и остаётся на длительный срок.

В благоприятных (для белой ржавчины) условиях разъедание цинка может происходить при уровнях коррозии в 20-50 раз больших, чем обычно предполагается.

Большой слой белой ржавчины, вызванной водой, просочившейся между набором деталей

Гальванические изделия, прежде всего, пассивировались раствором дигидрата дихромата натрия, благодаря которому они приобрели лёгкий желтоватый оттенок и лучшую сопротивляемость ржавчине.

КАК ИЗБЕЖАТЬ ПОВЯЛЕНИЯ БЕЛОЙ ПЛЁНКИ

Существует некоторое количество простых советов, которые могут помочь вам сильно уменьшить или прекратить формирование белой ржавчины. Это:

Держите изготовленные изделия в сухости.

Упаковывайте изделия, чтобы между поверхностями циркулировал воздух.

Ставьте упакованные изделия под углом друг к другу, чтобы вода могла вытекать.

Обрабатывайте поверхность подходящим водоотталкивающим средством либо создавайте барьерные покрытия для предотвращения контакта влаги с гальванической поверхностью.

Обеспечьте необходимую вентиляцию при транспортировке гальванических изделий на длительные периоды.

ОБРАБОТКА ГАВЛЬВАНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПОВРЕЖДЁННОЙ БЕЛОЙ РЖАВЧИНОЙ

Как только гальваническая поверхность начнёт реагировать, и сформируются соединения гидроксида цинка, желательнее удалить соединения оксида с поверхности, так как:

- Их присутствие мешает формированию стабильных оксидов
- Их не видно
- Их воздействие на гальванизированную поверхность может варьироваться от очень слабого до особо сильного. Доступны различные способы решения проблем ржавчины на уровнях, где они обычно случаются.

Следующие технологии рекомендуются для решения проблемы белой ржавчины на гальванических продуктах.

1. Лёгкое поражение белой ржавчиной

Оно характеризуется формированием лёгкой плёнки из белого порошкового остатка и часто возникает на только что оцинкованных поверхностях во время сильных дождей. Это особенно явно видно на участках, которые были отполированы или отшлифованы. В ходе данного процесса пассивиро-

ванная поверхность удаляется с оцинкованной, и цинк оказывается подвержен воздействию дождевой воды. При хорошей вентиляции и хорошей дренажной системе **белая ржавчина** вряд ли продвинется дальше этой поверхностной стадии. Её можно счистить при необходимости, но обычно она уходит сама с нормальным выветриванием и стоком. На этом уровне не требуется никаких специальных мер.

2. Умеренное поражение белой ржавчиной

Оно характеризуется явным потемнением и травлением гальванического покрытия под поражённым участком, слой ржавчины получается довольно большим. Толщину гальванического покрытия надо измерить для определения уровня поражённости покрытия. В большинстве случаев менее 5% гальванического покрытия будет удалено и потому никаких специальных мер не требуется, если внешний вид поражённого участка не очень важен для нормального использования изделия; остатки гидроксида цинка удаляются с помощью очистки проволочными щётками. Если такой внешний вид неприемлем, поражённую белой ржавчиной область можно обработать следующим образом: Используйте проволочную щётку или абразивную тряпочку для удаления последствий коррозии. Используйте тряпочку, пропитанную алюминиевой краской, протрите поверхность тряпочкой, чтобы нанести тонкий слой алюминиевой краски на поражённую область и связать её с находящимися рядом непоражёнными гальваническими поверхностями.

3. Серьёзное поражение белой ржавчиной

Оно характеризуется отложениями оксидов в больших количествах. Детали могут приклеиваться друг к другу. Области под окисдованными участками могут быть чёрными или демонстрировать проявления рыжей ржавчины. Проверка толщины покрытия определяет степень повреждения гальванического покрытия.

Для восстановления покрытия следует предпринять следующие действия:

Протрите поражённую область проволочной щёткой или отполируйте её для удаления всех продуктов оксидации и ржавчины.

Нанесите один или два слоя эпоксидной, богатой цинком краски, чтобы достичь требуемой толщины плёнки равной 100 микронам минимум

ХИМИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ БЕЛОЙ РЖАВЧИНЫ

Pasminco (теперь Zinifex) провёл исследование эффективности химического удаления белой ржавчины и доложил о результатах в Отчёте о техническом проекте No. D713C (6 июля 1995).

В этом отчёте оценивалась эффективность нескольких химических технологий, основанных на ди-гидрате дихромата натрия, триоксиде хрома, гидроксиде натрия и хромовой кислоте соответственно.

В этом исследовании делается вывод об эффективности двух систем в области удаления белой ржавчины и ре-пассивации очищенной цинковой поверхности.

Это следующие комбинации:

- 420 г/л триоксида хрома + 0.5% азотной кислоты
- 200 г/л хромовой кислоты
- Раствор хромовой кислоты оказался наиболее эффективным для удаления остатков белой ржавчины с минимальным воздействием на подложку, в то время как комбинация триоксида

хрома/хромовой кислоты лучше всего восстанавливала свойства цинковой поверхности, связанные с пассивацией.

Удаление белой ржавчины каждым из этих способов следует производить с соответствующей тщательностью и вниманием к проблемам окружающей среды и гигиены и охраны труда, связанным с обращением с химикатами данного типа. Эти технологии также подходят для местной обработки участков, поражённых белой ржавчиной.

Если белой ржавчиной поражены большие площади изделия, наиболее экономичным выходом может быть повторная гальванизация.

На краю этих перил появилась белая ржавчина в большом количестве. На тёмном участке исчезло практически всё цинковое покрытие в течение менее, чем 12 недель во время хранения во влажных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Белая ржавчина – это явление, возникающее после нанесения покрытия. Ответственность за её появление лежит на том, как гальваническое изделие упаковывается, как с ним обращаются и как его хранят до установки и использования. Присутствие белой ржавчины не отражает эксплуатационные свойства гальванического покрытия, оно, скорее, демонстрирует то, что все вовлечённые в цепочку снабжения должны убедиться, что видят возможные причины появления ржавчины, и риск её возникновения на только что покрытой стали минимален.