



Защита от коррозии

Содержание:

- ✓ Инспектирование
- ✓ Дефекты

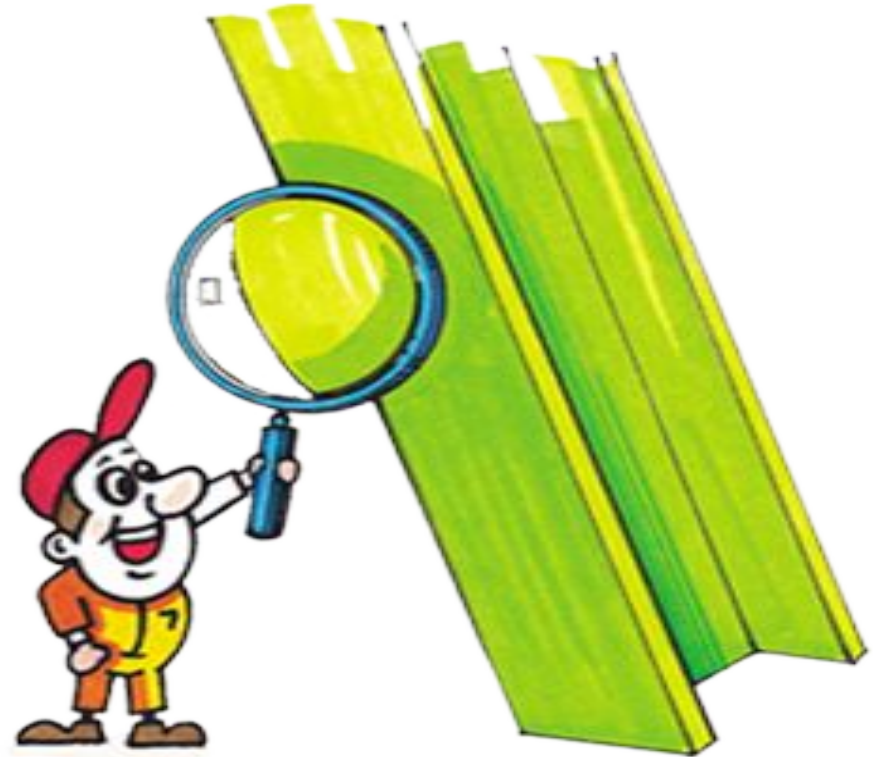




Инспектирование и контроль

Задачи:

Понимать основные функции инспектора и знать его основной инструмент





Задачи инспектора по покраске

- Убедиться, что выполняются все
- требования спецификации

- Удостоверить качество работ,
- выполняемых исполнителем.

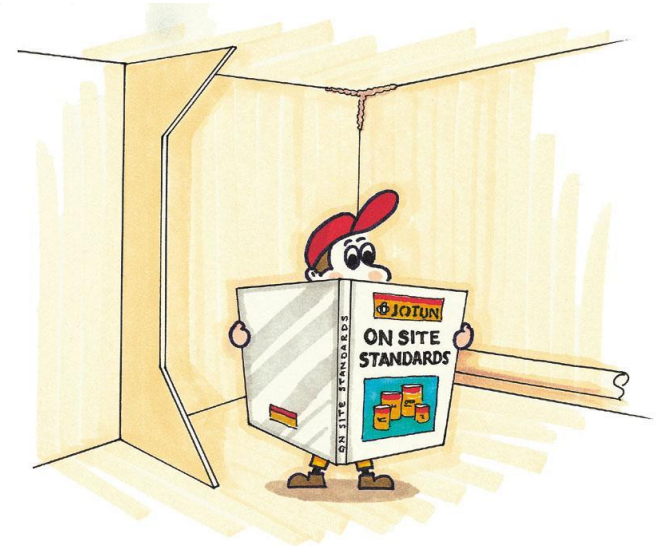
- Подготовить письменный отчет
 - Подтверждение приемки
 - Нарушения технологии





Работа инспектора включает:

- Понимание спецификации и возможность ее интерпретации
- Понимание объекта инспекции
- Контроль всех окрашиваемых конструкций
- Убедиться, что выполняются все требования
- Письменная документация инспекции
- В случае нарушения технологии- письменный отчет





Что должно инспектироваться ?

Если требуется, следующие этапы Работ должны инспектироваться

- Грунтование стали
- Предварительная обработка
- Очистка и подготовка поверхности
- Окраска
- Сушка покрытия и его толщина.





Предварительная обработка стали

Должно проверяться следующее

- Скругление острых кромок.
- Зачистка грубых сварных швов.
- Удаление/ зачистка сварочных брызг.
- Трещины и поры.
- Дефекты поверхности. Расслоения и т. п.
- ISO 12944 - 3 , или ISO 8501 - 3





Контроль подготовки и чистоты поверхности перед покраской

При необходимости должно проверяться

- Чистота (соль, масло, жир, пыль)
- Оценка начального состояния (степень ржавления)
- Подготовка поверхности (очистка)
- Чистота подготовленной поверхности (соль, масло, жир, пыль)
- Климатические условия (Температура, влажность.)





Масло и жир





Контроль во время нанесения краски

Следующее должно проверяться, тестироваться:

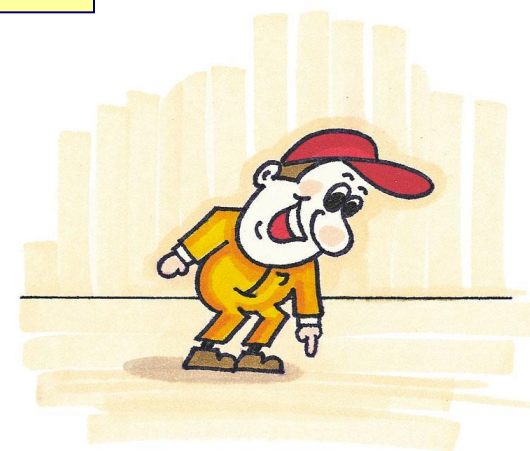
- Наименование краски и batch no.
- Правильность смешивания компонентов
- Правильность применения растворителя
- Контроль толщины мокрого слоя (WFT)
- Соответствие фактического количества слоев спецификации
- Чистота между слоями (соль, масло, жир, пыль.)
- Время сушки/срок перекрытия
- Контроль оборудования: Давление, сопло.
- Климатические условия (Вентиляция, температура воздуха и стали, относительная влажность)

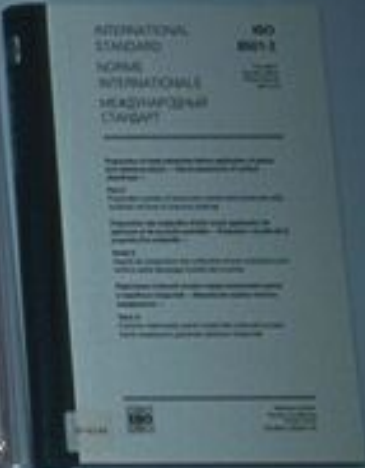


Контроль после нанесения

После окраски необходимо проверить

- Климатические условия (вентиляция, температура, влажность)
- Сушка/полимеризация
- Сухая пленка (DFT)
- Адгезия
- Сплошность (если необходимо)







ISO 2808

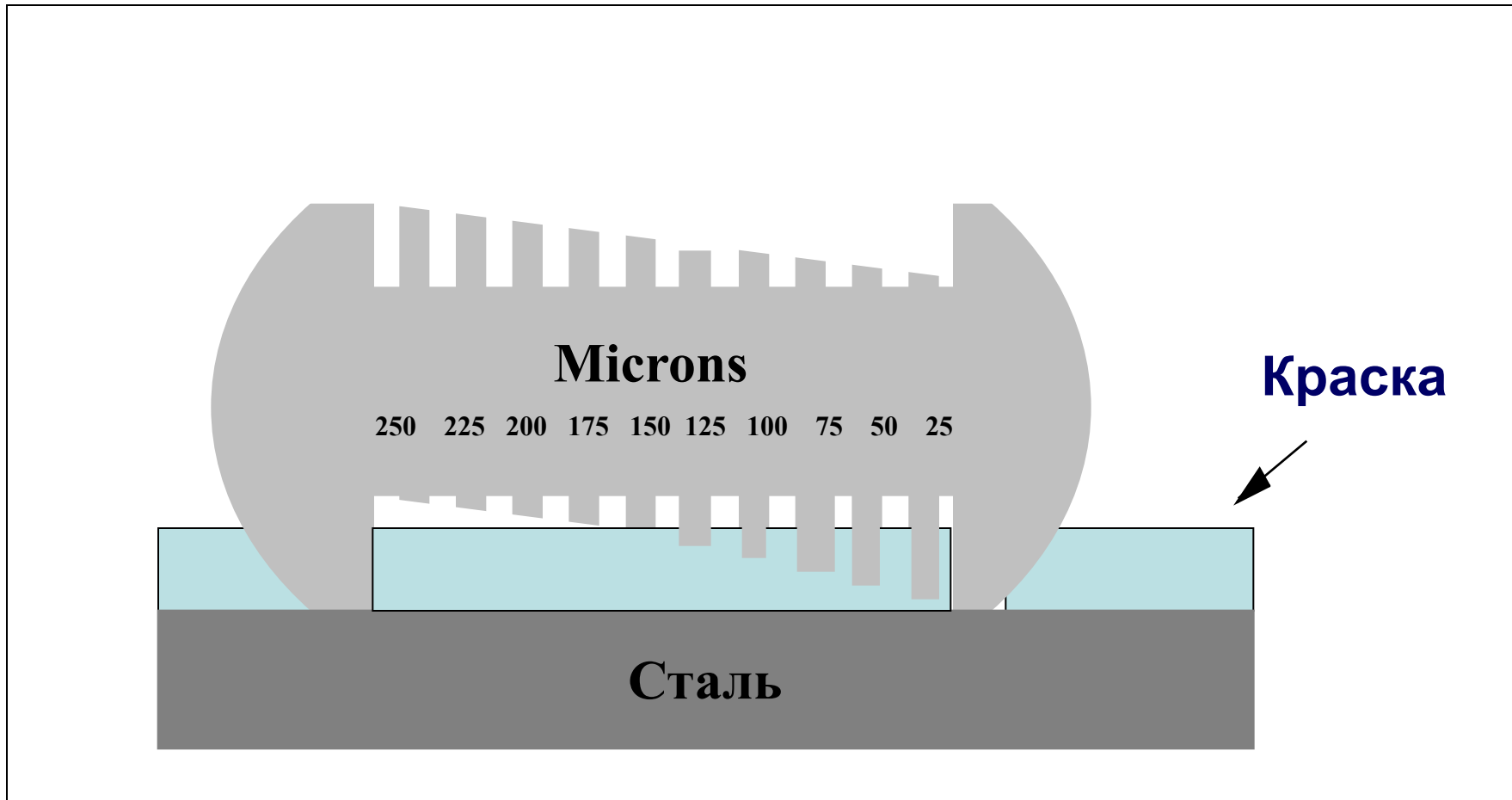
Гребенка для мокрого слоя

- Контроль толщины пленки
- Здесь: 25 микрон между зубцами





ISO 2808 - 97 Метод No.1 Гребенка для мокрого слоя





Магнитный и электромагнитный толщиномер

- ISO 2808
- Контроль сухой пленки
- Калибровка нуля и толщины должна проводиться на гладкой пластинке
- Периодически проверять на калибровочной пластинке
- Пластиковая фольга быстро снашивается. Регулярно обновлять.
- Некоторые модели- со встроенной памятью.





Оборудование инспектора: зеркало и фонарик

- Визуальная инспекция
- Важные инструменты для контроля труднодоступных мест





Шероховатость поверхности по ISO 8503

- Приведенный пример компаратора: Clemco
- Компаратор состоит из 4 сегментов.
- Данный компаратор - grit
- Также имеется- shot
- Служит для проверки соответствия шероховатости требованиям спецификации





Контактный термометр

- Электронный инструмент для контроля температуры стали
- Температура стали должна быть min. на 3°C выше точки росы
- Возможны другие типы термометров, например, магнитные





Измерение относительной влажности

- ISO 8502 - 4
- Пращевой гигрометр для контроля:
 - Температуры сухого и мокрого термометров
- Контроль температуры вблизи подложки
- Вычисление относительной влажности
- Используется вместе с калькулятором точки росы





Калькулятор точки росы

- ISO 8502 - 4
- Для определения точки росы
- Используется вместе с контактным термометром и прачцевым гигрометром.
- Применяется во время подготовки поверхности, окраски и сушки.
- Частота замеров: Каждые 6 часов, а также при переменчивых погодных условиях





ISO 8502 - 4

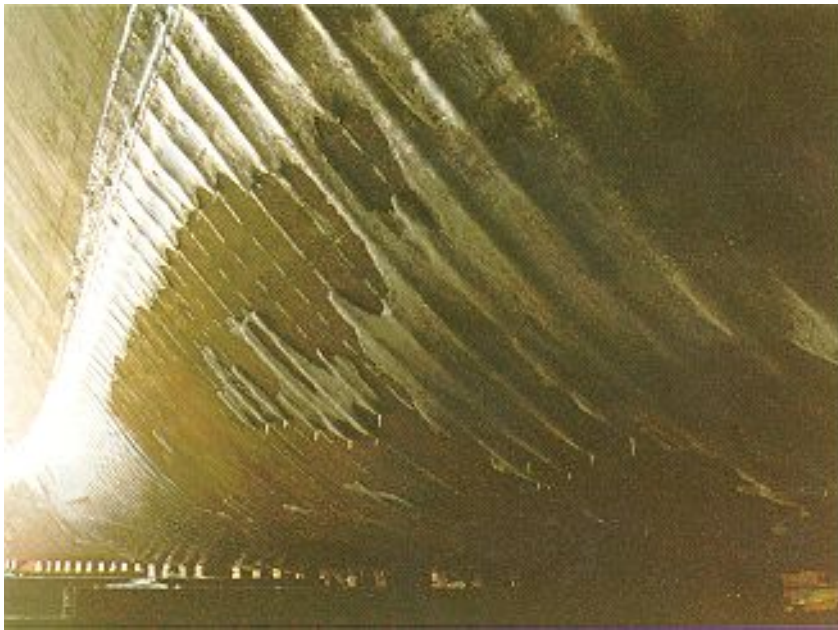
Оценка вероятности конденсации

- Холодная вода внутри танка и теплый воздух снаружи вызывают конденсацию
- Места приварки набора дольше удерживают холод





Почему важен контроль температуры и влажности



Конденсация и ночные заморозки. Набор проводит тепло и холод снаружи обшивки сохраняется дольше

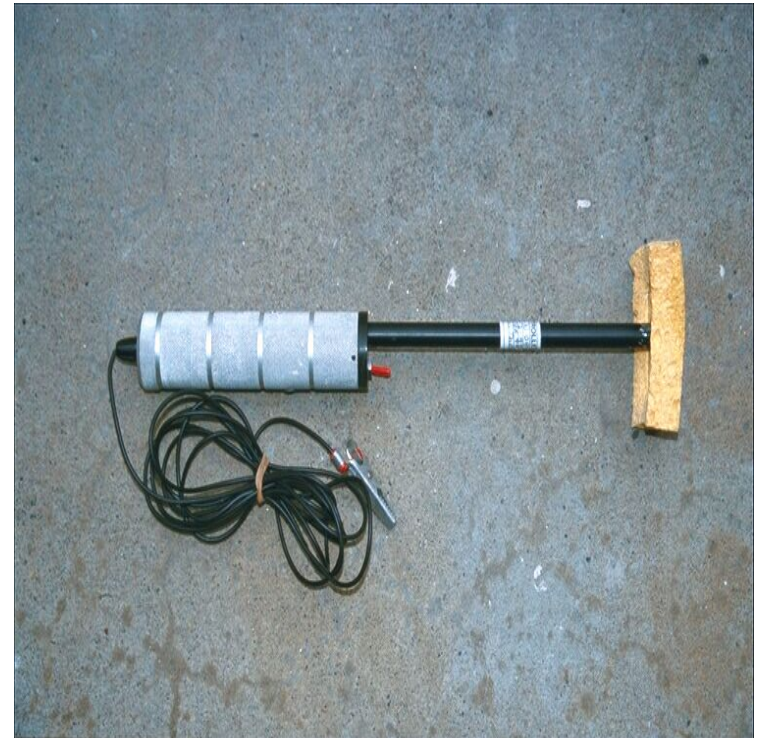
Конденсация снаружи полного танка





Низковольтный детектор пор

- ASTM G-62 -85, метод А
- Фото: низковольтный детектор
- Определяет поры, пустоты, металлические включения в слое краски с толщиной до 250 мкм
- Неразрушающий контроль
- Указывает только дефекты до металла
- Губка должна быть увлажнена
- Избегать чрезмерного увлажнения





Высоковольтный детектор пор

- ASTM G-62-85, метод В
- Фото: высоковольтный детектор
- **Разрушающий** метод определения пор, пустот, мест с недостаточной толщиной
- Прибор настраивается в соответствии с толщиной покрытия
- При обнаружении дефекта дает световой и звуковой сигналы
- DFT





Определение солей - Bresle Test

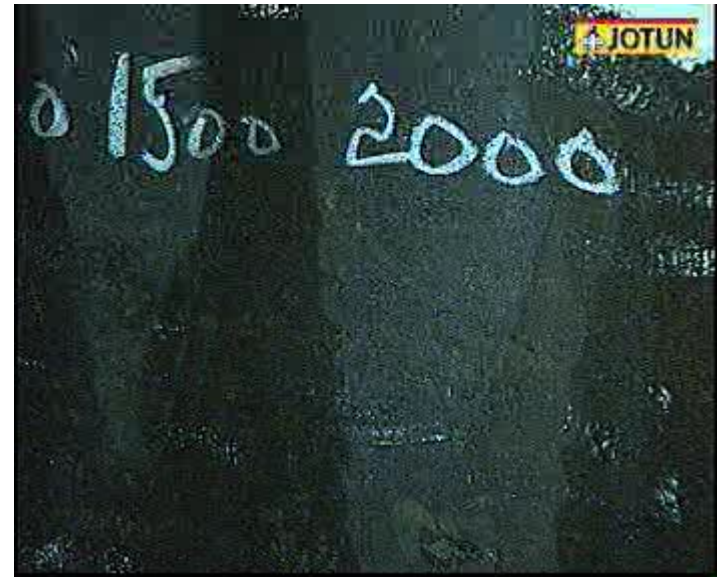
- ISO 8502 - 6
(титрование)
- ISO 8502 - 9
(проводимость)
- Оборудование для
контроля солей
- Bresle method





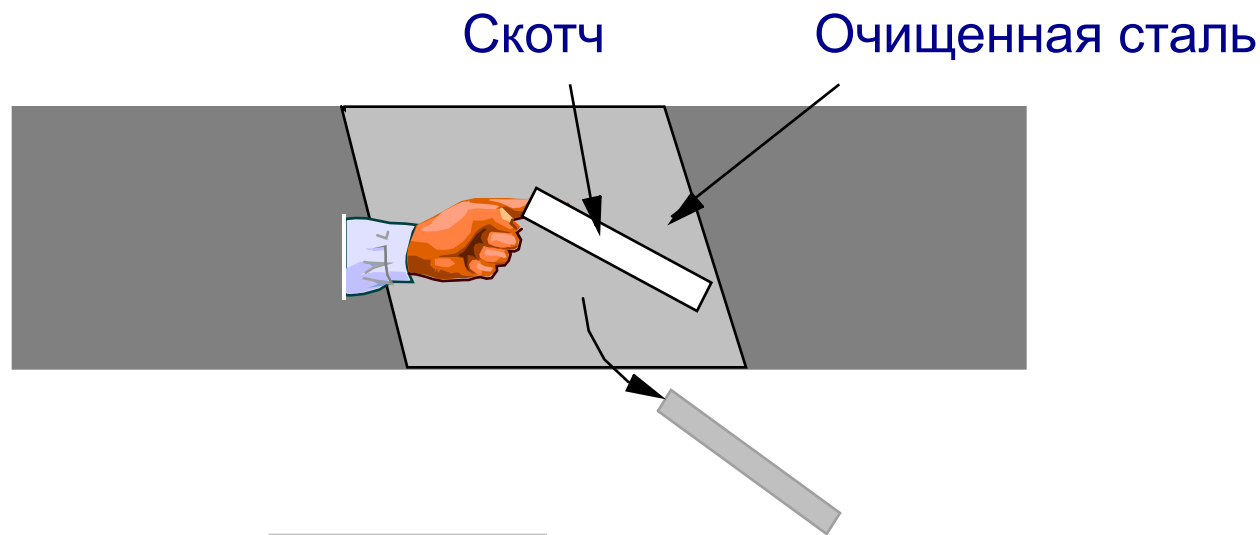
Как определить количество солей на поверхности

- Соли удаляются водой высокого давления
- Поверхность очищена под давлением 2000 bar
- Соли определяются по методу Bresle
- Растворите соли внутри рамки пластыря
- Измерьте проводимость раствора





Оценка пыли на поверхности, подготовленной под покраску. ISO 8502-3



Принято



Не принято



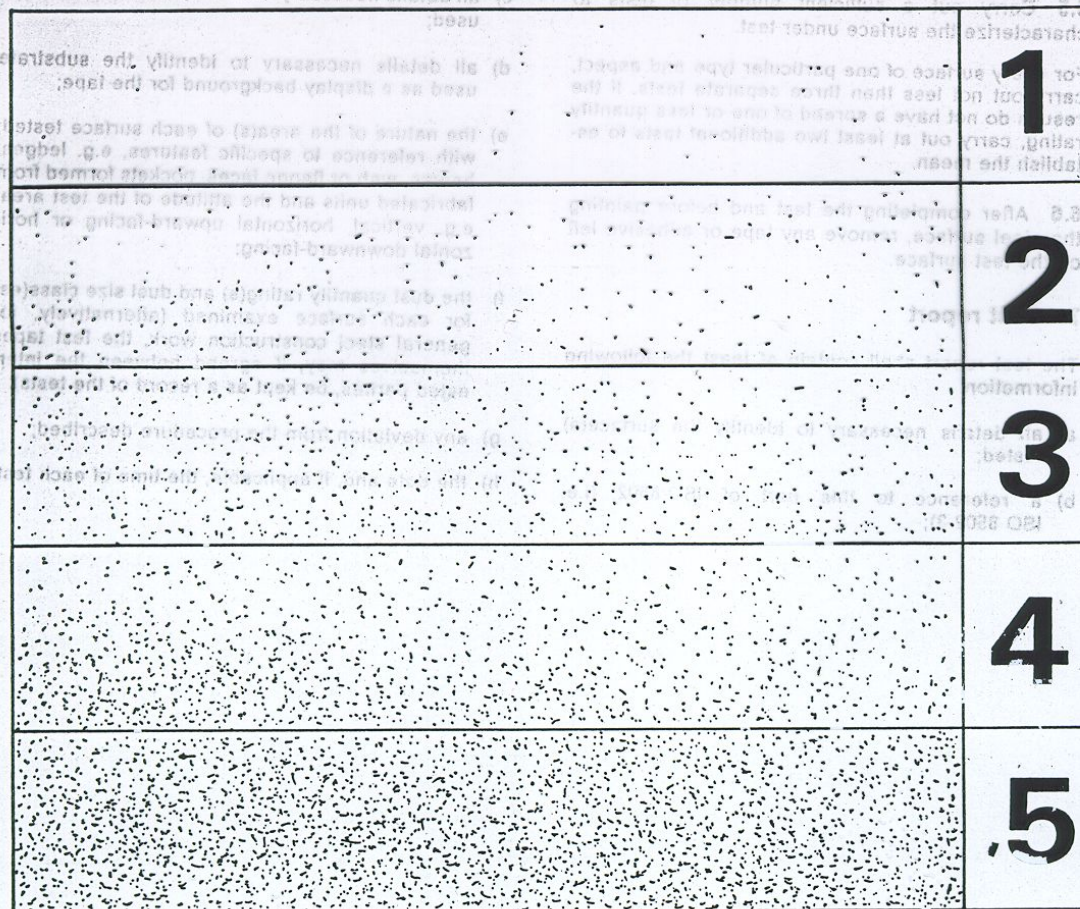


Figure 1 – Pictorial references corresponding to dust quantity ratings 1, 2, 3, 4 and 5

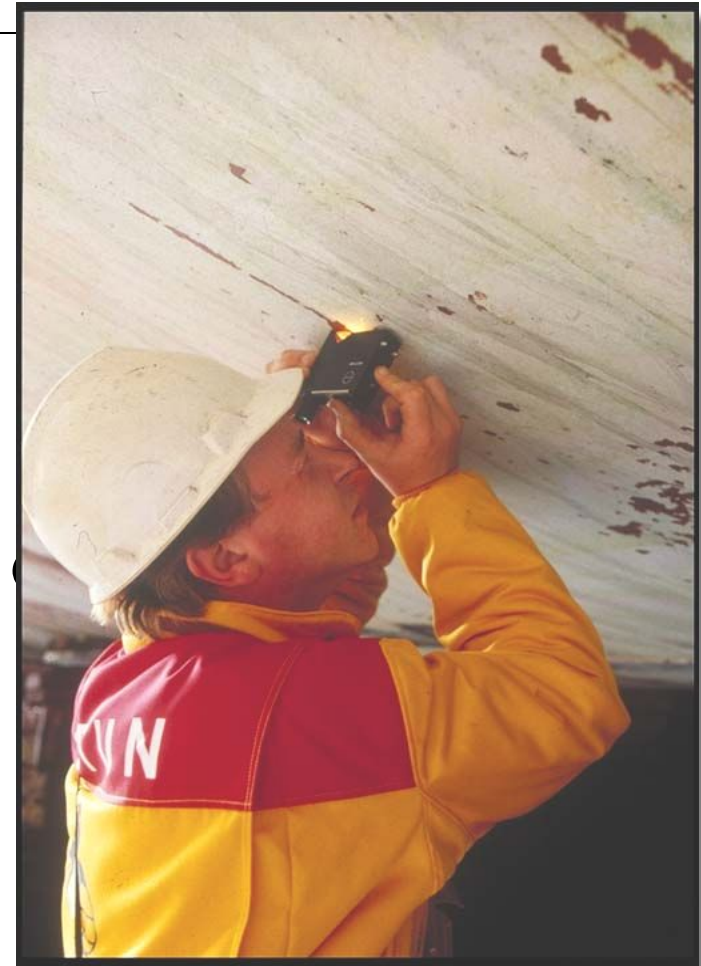
Table 1 – Dust size classes

Class	Description of dust particles
0	Particles not visible under $\times 10$ magnification
1	Particles visible under $\times 10$ magnification but not with normal or corrected vision (usually particles less than $50 \mu\text{m}$ in diameter)
2	Particles just visible with normal or corrected vision (usually particles between $50 \mu\text{m}$ and $100 \mu\text{m}$ in diameter)
3	Particles clearly visible with normal or corrected vision (particles up to $0,5 \text{ mm}$ in diameter)
4	Particles between $0,5 \text{ mm}$ and $2,5 \text{ mm}$ in diameter
5	Particles larger than $2,5 \text{ mm}$ in diameter



Использование “PIG” на корпусе судна

- PIG = Paint Inspection Gauge
- Разрушающий метод
- Можно определить количество слоев
- Можно измерить толщину каждого слоя





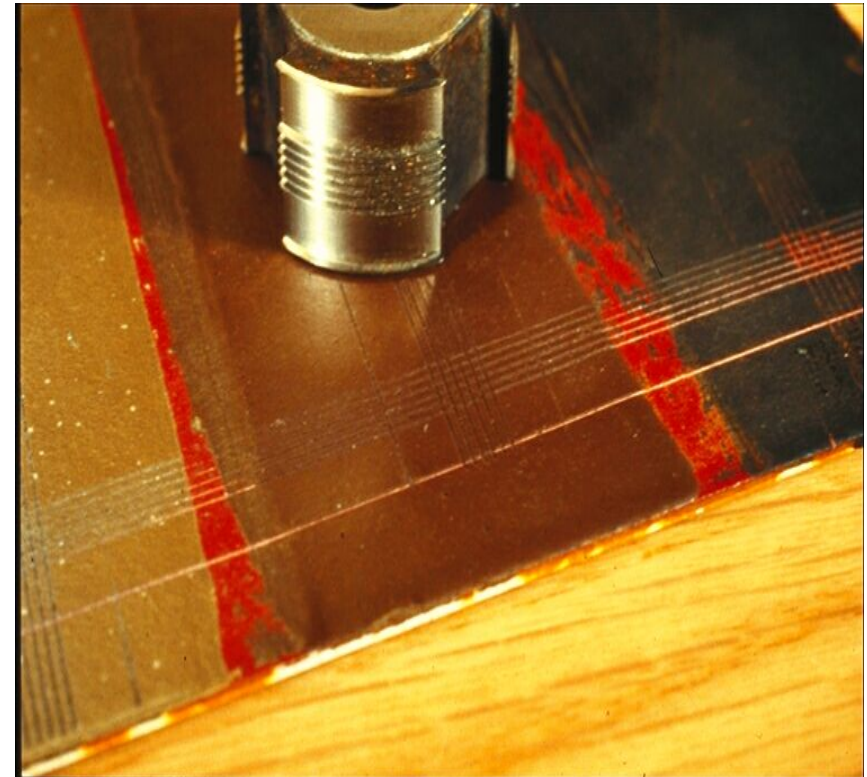
PIG (Paint Inspection Gauge)





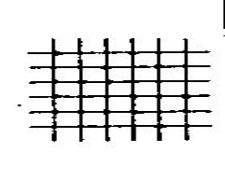
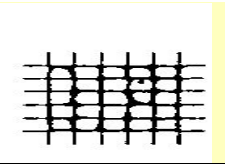
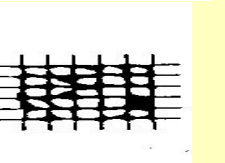
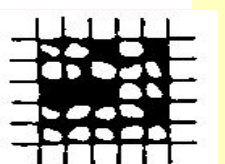
Определение адгезии методом поперечных надрезов

- ISO 2409
- Определение адгезии
- Прорезать горизонтальные и вертикальные линии до металла
- Приклеить липкую ленту
- Оторвать ленту
- Оценить разрушения по стандарту





Классификация результатов теста. (Для 6-лезвийного ножа).

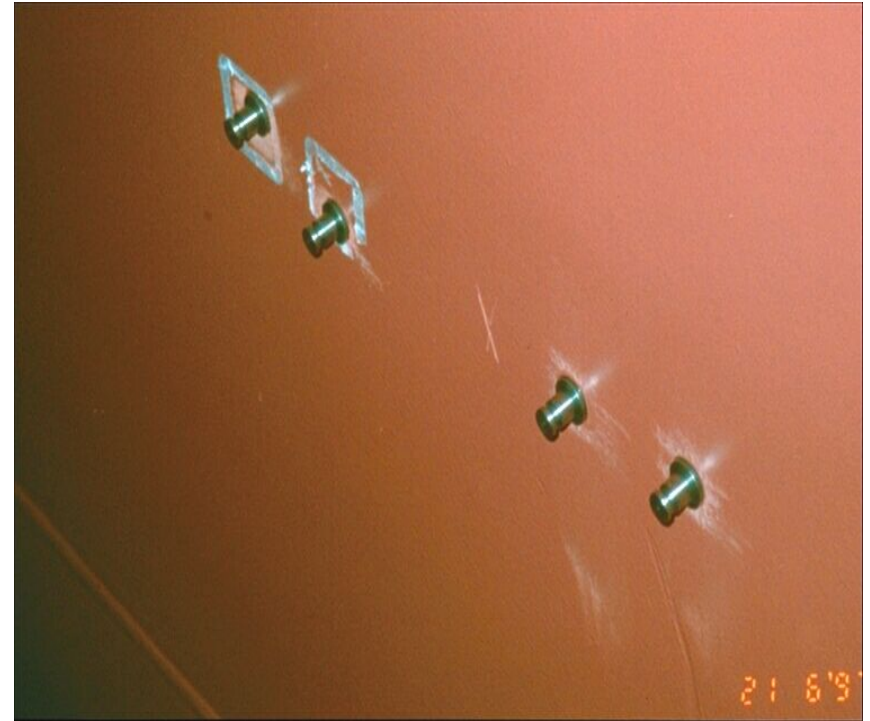
5	None
5В	
3В	
2В	
1В	
0В	Greater than 65%

- 5В Края срезов абсолютно гладкие; без отслоений
- 4В Небольшое отслоение на пересечениях: не более 5%
- 3В небольшое отслоение на пересечениях и вдоль линий. Отслоение от 5 до 15%.
- 2В Покрытие отслаивается на краях и посередине. Отслоение от 15 до 35%.
- 1В Покрытие отслаивается широкой полосой вдоль линий и полными квадратами. Отслоение от 35 до 65 %.
- 0В Отслоение больше, чем по классу 1В.



Оценка адгезии методом отрыва

- ISO 4624
- Тест на отрыв
- Грибки клеятся на поверхность
- Перед отрывом: Прорез покрытия вокруг грибка до металла





Оценка адгезии методом отрыва

- ISO 4624
- Тест на отрыв.
- Разрушающий метод
- Установка захватов на грибок
- Измерение значения отрыва
- Возможны разные типы оборудования





Поверхность после метода отрыва

- ISO 4624
- Тест на адгезию
- Разрушения могут быть между слоями, между краской и поверхностью. Их называют адгезионными.
- Записывают % от площади грибка
- Разрушения внутри слоя называют когезионными.
- Записывают % от площади грибка
- В случае разрушения по клею записывают % от площади





Дефекты покрытий

Задача:

Уметь определить основные дефекты покрытий, причины их возникновения для предотвращения появления дефектов





Наиболее частые дефекты

- Низкая толщина
- Потёки и наплывы
- Апельсиновая корка
- Сухой распыл
- Аэрозоль
- Игольчатые поры
- Рыбий глаз
- Сматывание

- Отпотевание (Amine)
- Помутнение
- Неполное высыхание
- Пузыри
- Ржавление
- Растрескивание
- Отслоение
- Меление
- Изменение цвета



Убедитесь, что спецификация понята правильно!

- Убедиться, что исполнитель правильно понял задачу
- Спецификация должна быть понятной





Дефекты:

Чистота



Грязь перед покраской

- Небольшие фундаменты были приварены на палубу
- Сварные швы зачищены щеткой
- Копоть и мусор не были удалены перед покраской
- Копоть будет причиной осмоса





Плохая очистка перед покраской

- Приварные детали уже покрашены
- Копоть не была удалена
- Требуется лучшее планирование и координация работ





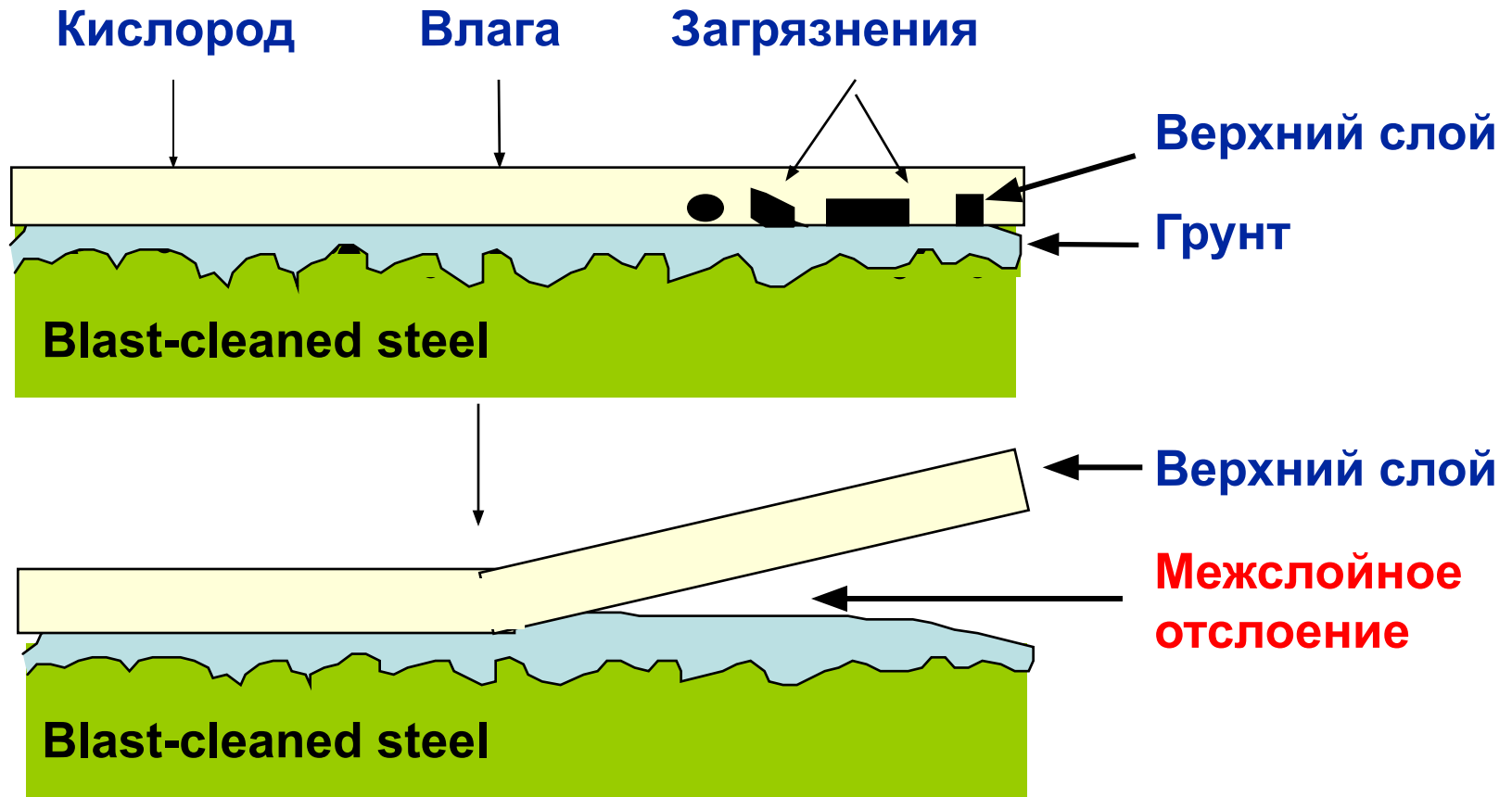
Отслоение КУ краски

- КУ эпоксидная система
- Отслоение до грунта
- Причина- плохая подготовка
- Под краской обнаружены следы масла





Отслоение (межслойное)





Леса- источник загрязнения

- Остатки абразива должны быть полностью удалены с лесов перед началом окраски





Дефекты:

Подготовка поверхности



Коррозия на швах в балластном танке

- Ранняя коррозия на швах
- Грубые сварные швы. Должны быть сглажены
- Возможно, плохо сделаны полосовые
- (На дне видна грязь)

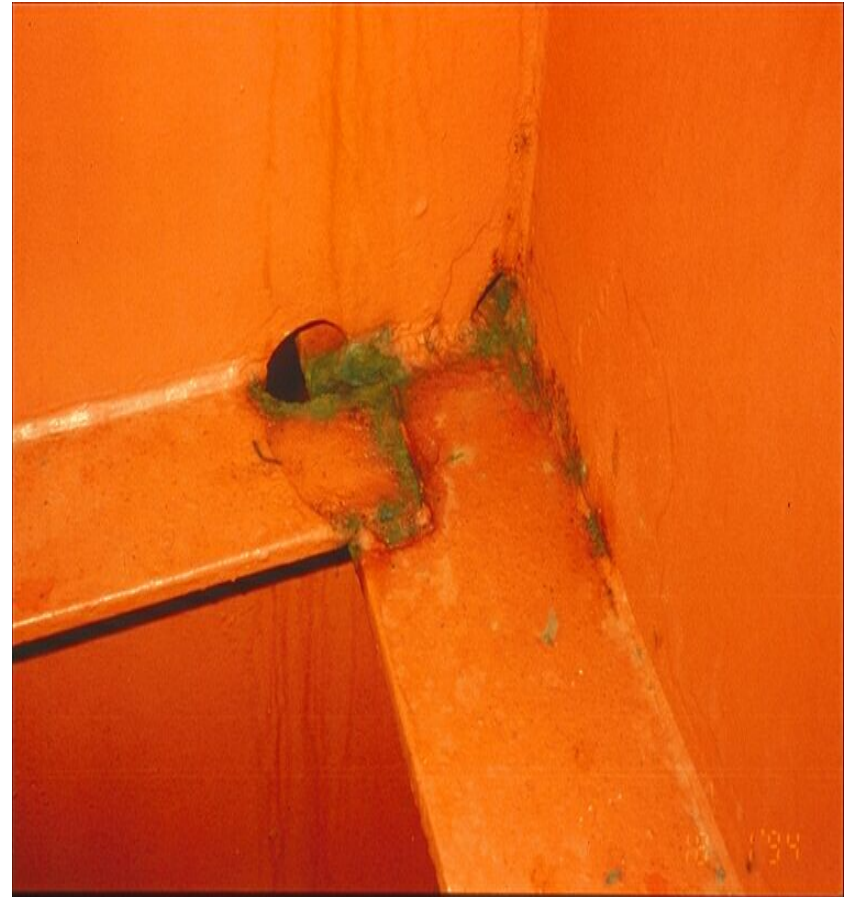




Сильная коррозия

Коррозия как комбинация:

- Острых кромок
- Грубых швов (не зачищены)
- Отсутствие полосовых





Прожоги

- Краска разрушена при производстве огневых работ с обратной стороны
- Возникновение прожогов
- Плохое планирование
- Требуется:
 - Удаление разрушенной краски, восстановление покрытия по спецификации
- Ремонт всегда приводит к снижению качества





Пузыри

- Пузыри внутри танка
- Часто внутри находится вода
- Пока пузыри не лопнут, коррозии не будет. Это обусловлено высокой рН
- Коррозия начинается с разрушением пузырей
- Для усиления системы окраски применяют катодную защиту.





Пузыри возле сварных швов

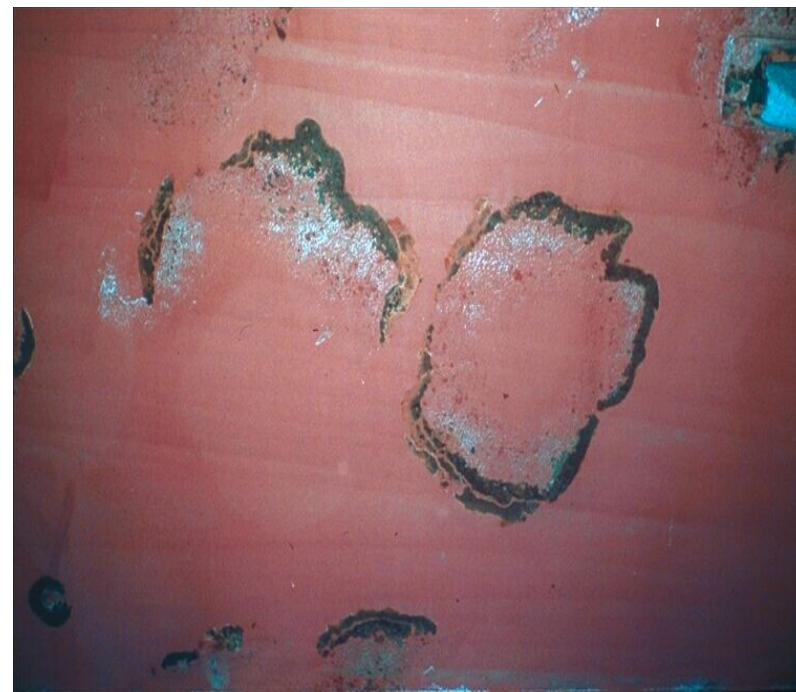
- Формирование пузырей вблизи сварных швов
- Основная причина - сварочная копоть
- Сварочный нагар растворим в воде и вызывает осмос
- Разница потенциалов основного металла и материала шва может вызвать агрессивную коррозию





Отслоения на кромках после локальной очистки

- Когда-то была выполнена локальная очистка
- Края старой краски не были сглажены
- Края в данном случае – «узкие места»
- Коррозия начинается чаще всего здесь





Коррозия в местах рикошета

- Струйная очистка выполнялась на противоположной стороне.
- Абразив рикошетом повредил покрытие
- Это легко сделать, но трудно заметить во время инспекции
- Через короткое время развивается коррозия





Отсутствие подготовки на гальванизированной стали



Не выполнено обезжиривание, не выполнено шерохование



Дефекты: Окраска



Не систематическая окраска

Неквалифицированный персонал

- Не систематическая окраска большой поверхности
- Пропуски
- Неравномерное распыление и толщина





Не систематическая окраска

Неквалифицированный персонал

- Не систематическая окраска большой поверхности
- Пропуски
- Неравномерное распыление и толщина
- Отсутствуют полосовые





Коррозия. Слишком малая толщина

- Коррозия стальной трубы
- Толщина пленки слишком низкая





Сухой распыл

- Окраска в цехе
- При окраске нижней трубы две верхних покрыты сухим распылом.
- Поверхность выглядит как наждачная бумага
- Неправильная техника окраски
- Планирование работ (технологическая защита)
- Слишком высокое давление может быть причиной сухого распыла





Сухой распыл

- Окраска в цехе
- Сухой распыл на конструкции. Гладкий финальный слой может быть покрыт сухим распылом.
- Неправильная техника окраски
- Слишком сильная вентиляция
- Слишком высокая температура
- Тщательное планирование работ
- Причиной может быть слишком большое давление окраски





Сухой распыл: Шероховатость (1 of 3)

Окраска бортовой части судна

Неправильная техника:

- Большое расстояние
- Неправильный угол
- Сухой распыл
- Увеличение шероховатости



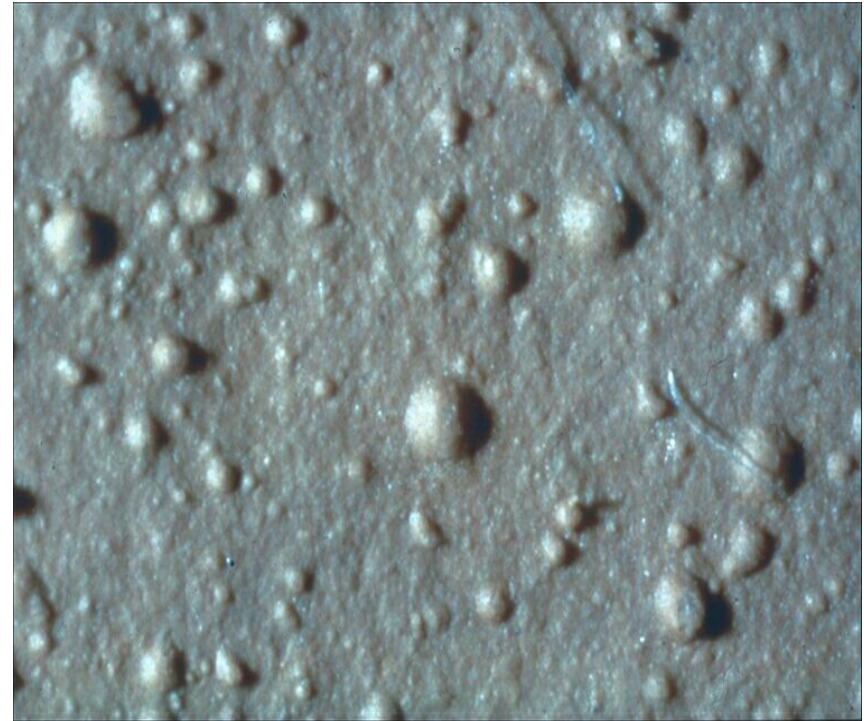


Макросъемка сухого распыла (2 of 3)

Окраска бортовой части судна

Неправильная техника:

- Большое расстояние
- Неправильный угол
- Сухой распыл



Close up of surface, magnified 8-10 X



Поперечный разрез покрытия (3 of 3)

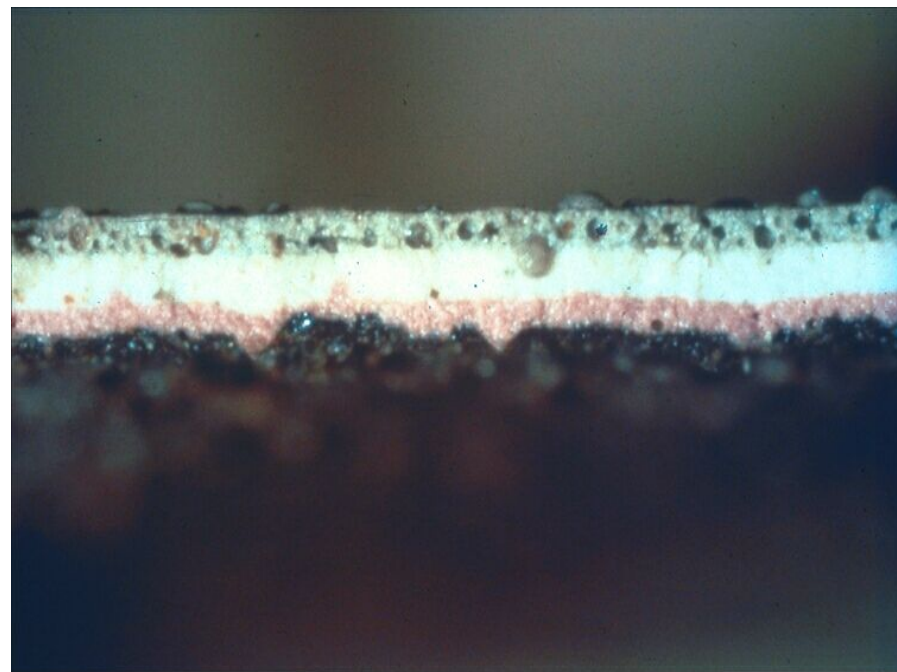
Окраска бортовой части судна

Неправильная техника:

- Большое расстояние
- Неправильный угол
- Сухой распыл

Верхний слой с сухим распылом:

- Грубая поверхность
- Пористая пленка
- Пузырьки воздуха





Распыление

Окраска бортовой части судна

Неправильная техника:

- Плохие леса
- Большое расстояние
- Неправильный угол
- Сухой распыл
- Как результат - некачественная пленка: шероховатая, пористая, с включениями воздуха.





Окраска подводной части

Очень слабая техника нанесения

- Большое расстояние
- Сухой распыл
- Неравномерная толщина
- Протечки воды по борту (не выполнены шпигатные отводы)



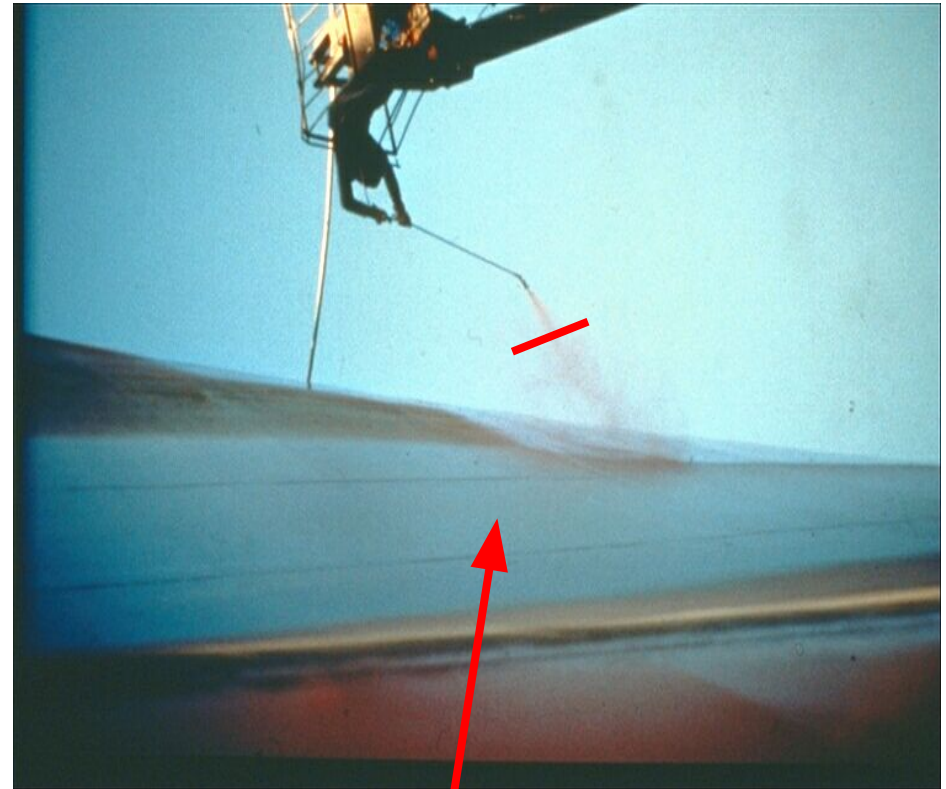


Неправильная техника

Неправильная техника

- Большое расстояние
- Угол
- Сухой распыл
- Поры
- Пузырьки воздуха
- Повышенный расход краски

Как результат- пленка плохого качества.



Красная линия показывает, где должна бы быть поверхность



Неправильная техника

Плохая техние нанесения не нужна никому

- Загрязнение ОС
- Высокий расход
- Слабая защита
- Трата денег

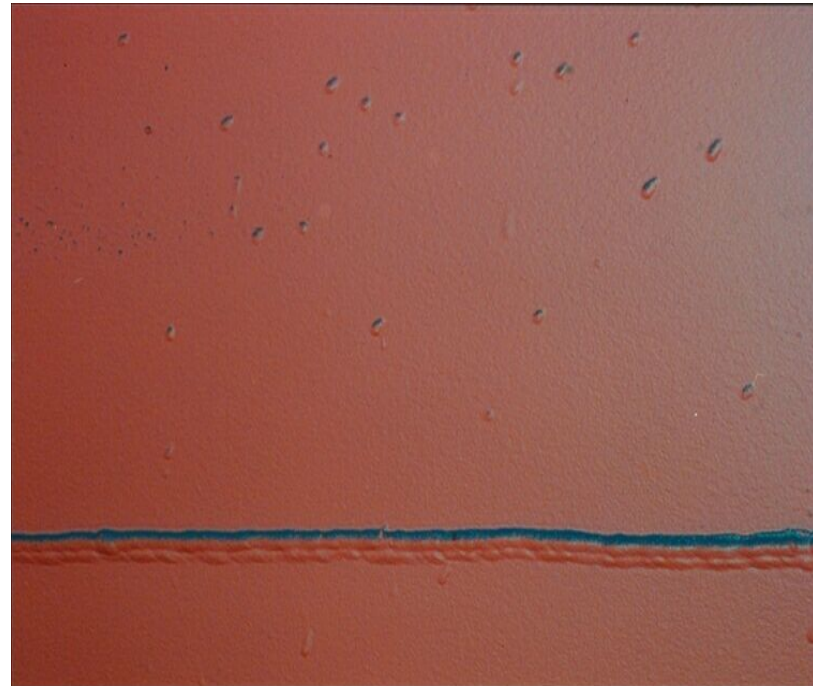




Сухой распыл верхнего покрытия на необрастающей краске

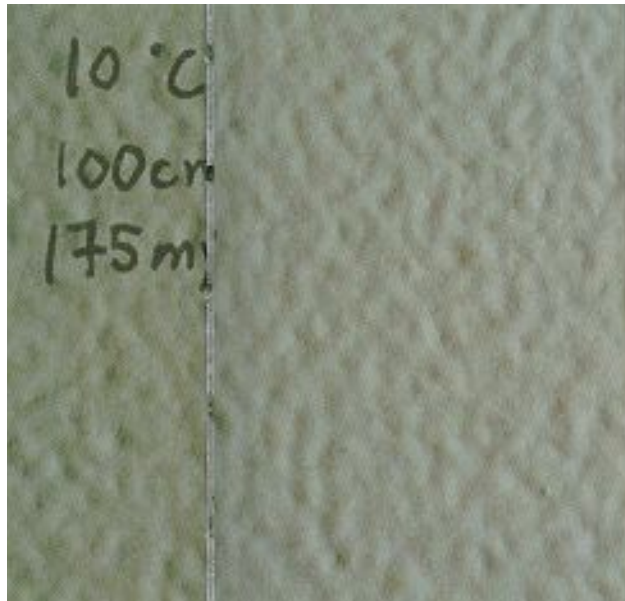
- Надводный борт окрашивался после подводного
- Сухой распыл виден как черное окрашивание
- Сухой распыл будет всегда. Его количество увеличивается при сильном ветре и плохой технике

Окраска надводного борта должна выполняться до нанесения A/F!





Апельсиновая корка



Краска выглядит как апельсиновая кожура

Причины:

- Плохая растекаемость краски (слишком толсто или слишком низкая температура)
- Плохая атомизация краски
- Слишком быстрое испарение растворителя
- Пистолет слишком близко к поверхности

Устранение:

- Изменение техники нанесения
- Применение правильного растворителя
- Прошкуривание поверхности и нанесение нового слоя



Неокрашенные места





«Грязевое» растрескивание

- Встречается на цинксиликатных красках
- Это быстросохнущие краски
- Слишком большая толщина (120 micr.)





Игольчатые поры

1 слой:

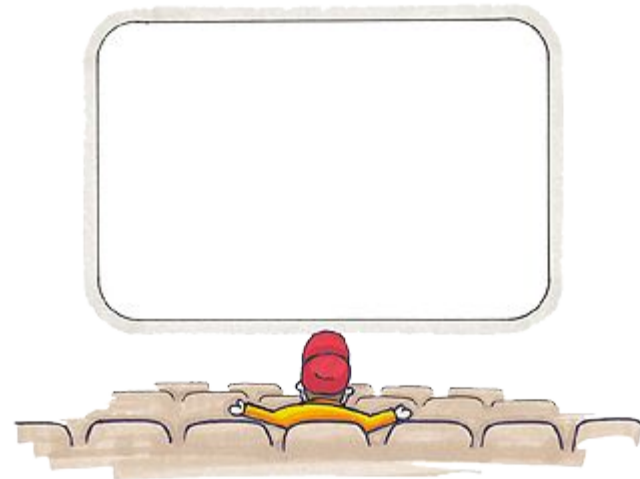
- **Zn-Silicate Primer**
(пористая пленка)

2 слой:

- **Толстослойное промежуточное покрытие**

3 слой:

- **Верхнее покрытие**

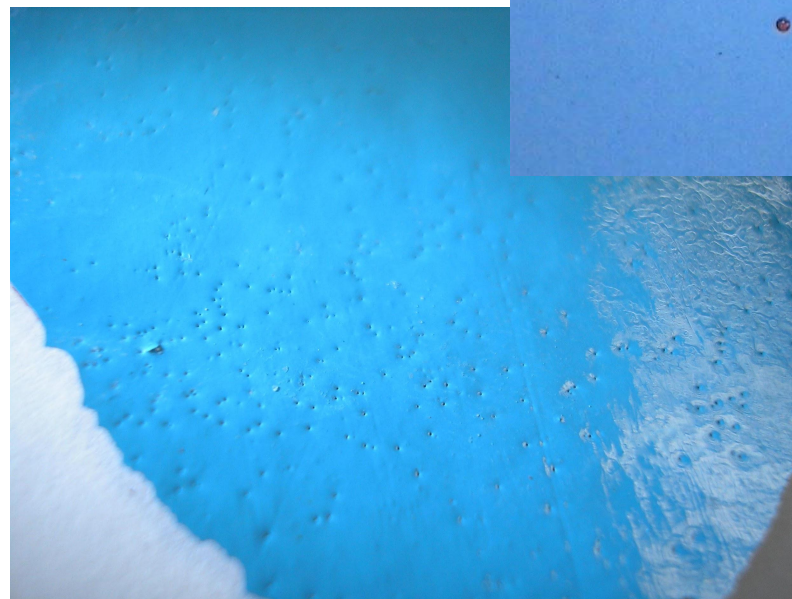




Причин возникновения игольчатых пор может быть несколько, или их комбинация

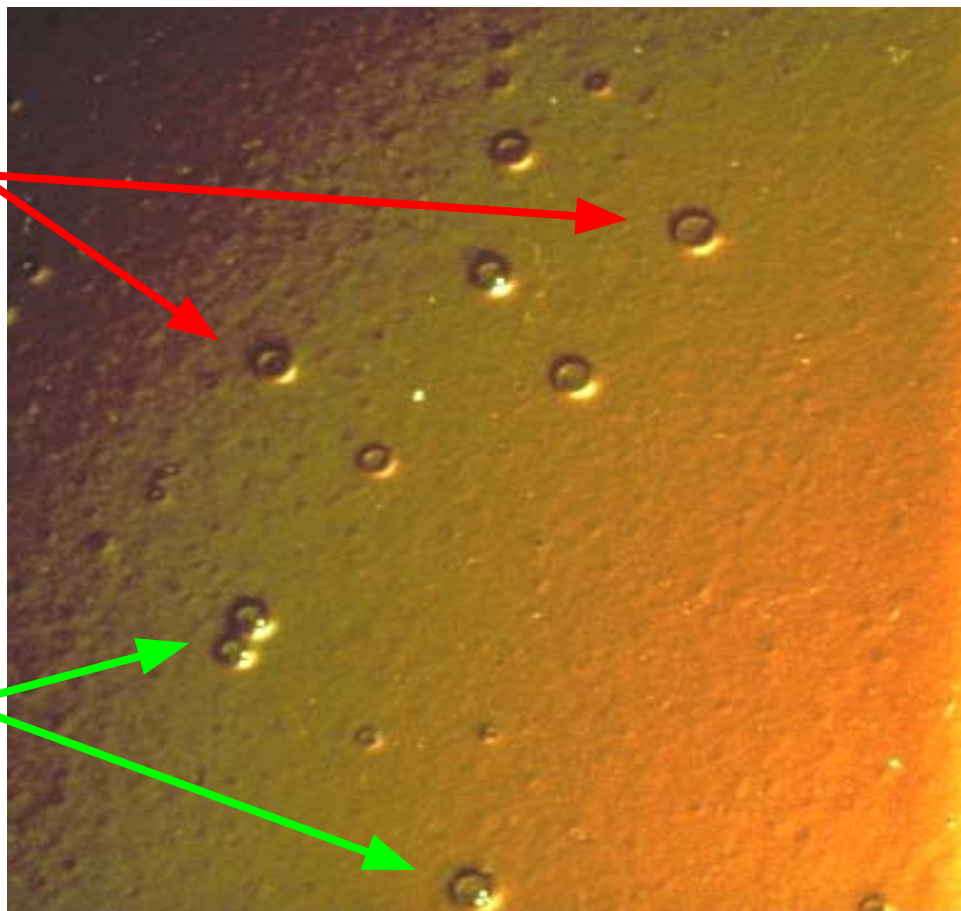
- Нанесен слишком толстый слой
- Пузырьки воздуха
- Высокая температура
- Нанесение краски на пористую поверхность (Zinc silicate)
- Плохая техника нанесения. (слишком близко от поверхности или слишком высокое давление)
- Слишком сильная

Вблизи ⇨





Popping



Тонкие пузырьки и кратеры образуются из-за выхода воздуха из пористой поверхности

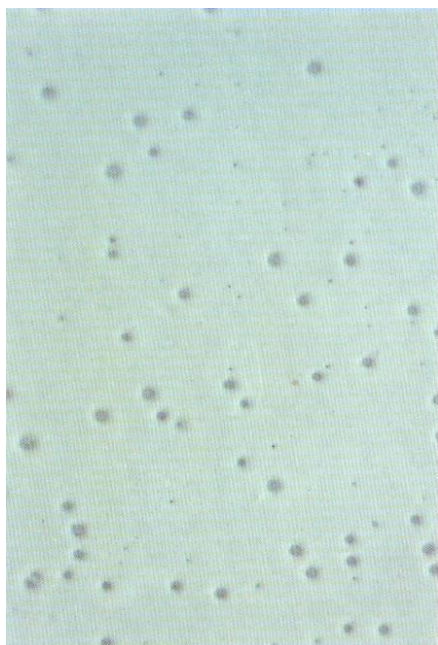
“Поры с пузырьками (не лопнувшими) на поверхности”

Кратеры

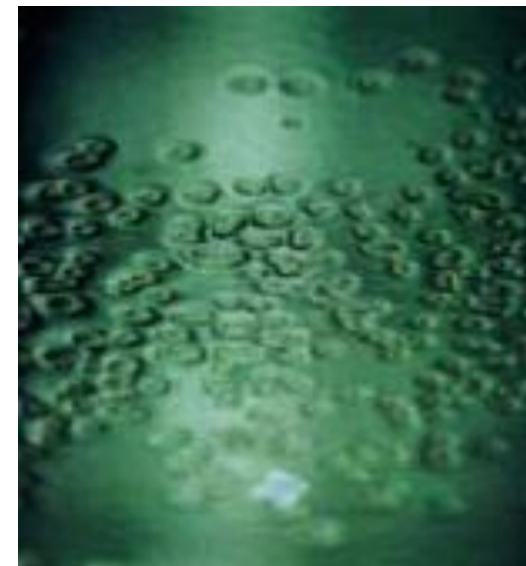
Пузырьки



“Рыбьи глаза”



Общий вид



Причина появления-
масло или силикон на
поверхности



Потеки и наплывы

Нанесен слишком толстый слой

Причины:

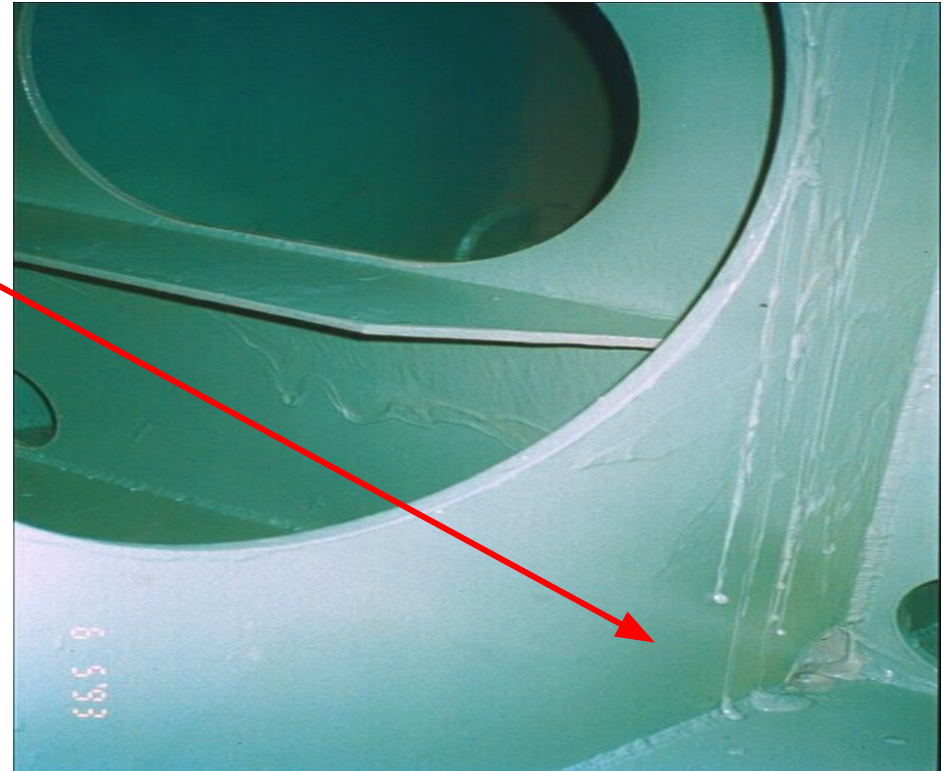
- Неоднократное перекрытие слоев
- Слишком короткое время перекрытия
- Слишком толстый мокрый слой
- Добавлен растворитель
- Пистолет слишком близко к поверхности





Потеки внутри танка (1 of 3)

- Внутри танка
- Большие потеки
- Краска сползает в углах, образуя плохую пленку
- Должны удаляться, иначе краска растрескается, что приведет к коррозии





Потеки приводят к растрескиванию (2 of 3)

- Толстый слой краски долго остается мягким из-за оставшегося растворителя
- Растворитель будет пытаться выйти из краски, приводя к растрескиванию
- Трещины будут распространяться до металла

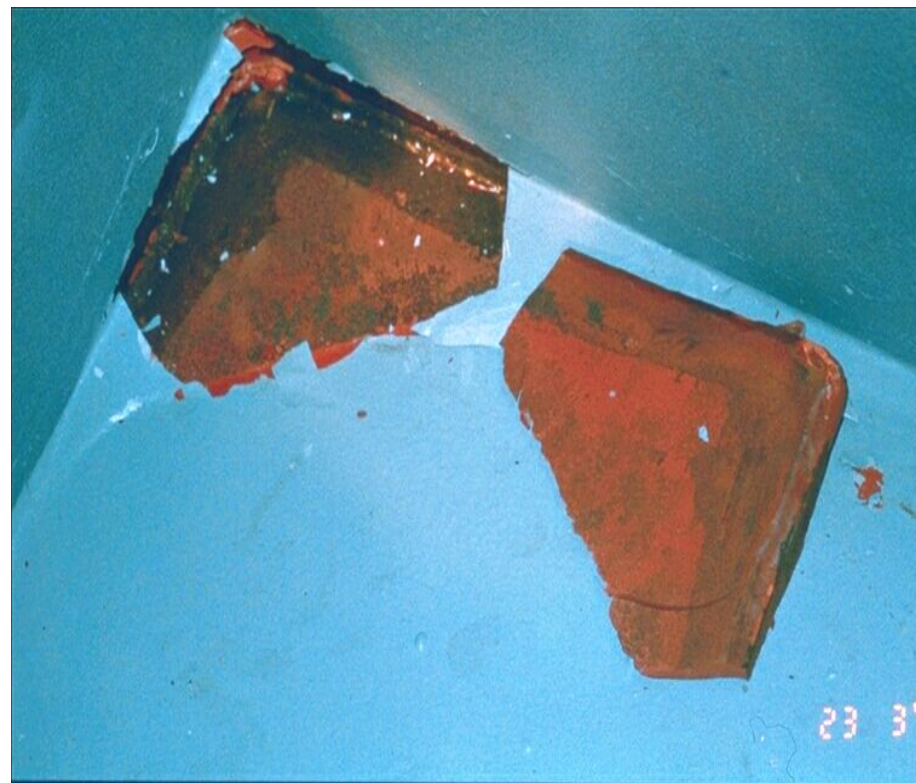




Отслоение краски. Коррозия (3 of 3)

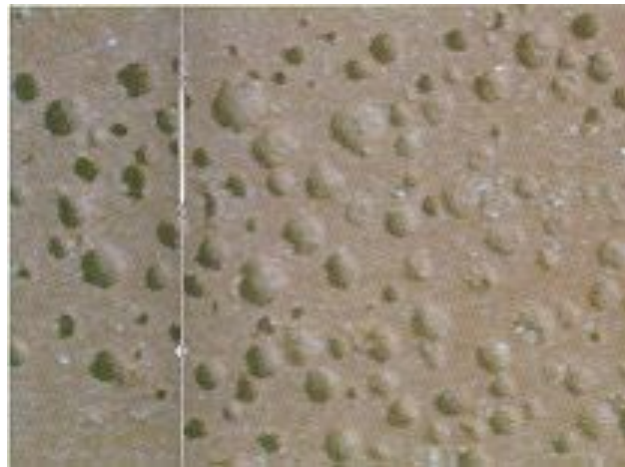
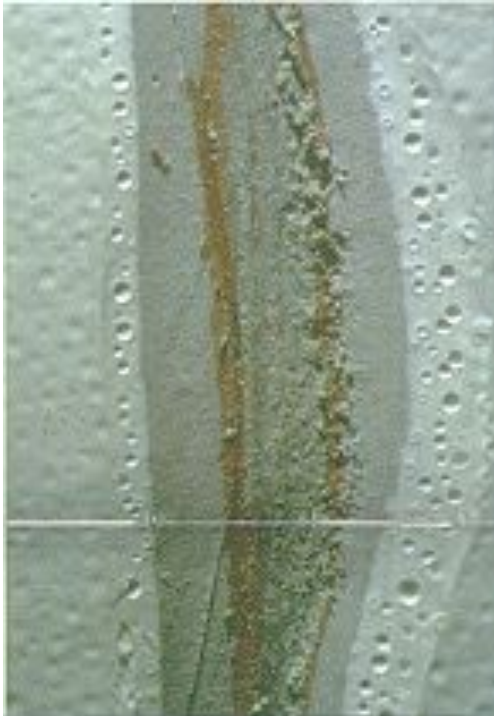
- Влага и кислород через трещину достигают поверхности
- Коррозия развивается достаточно быстро

Слишком толстая пленка также опасна, как и слишком тонкая





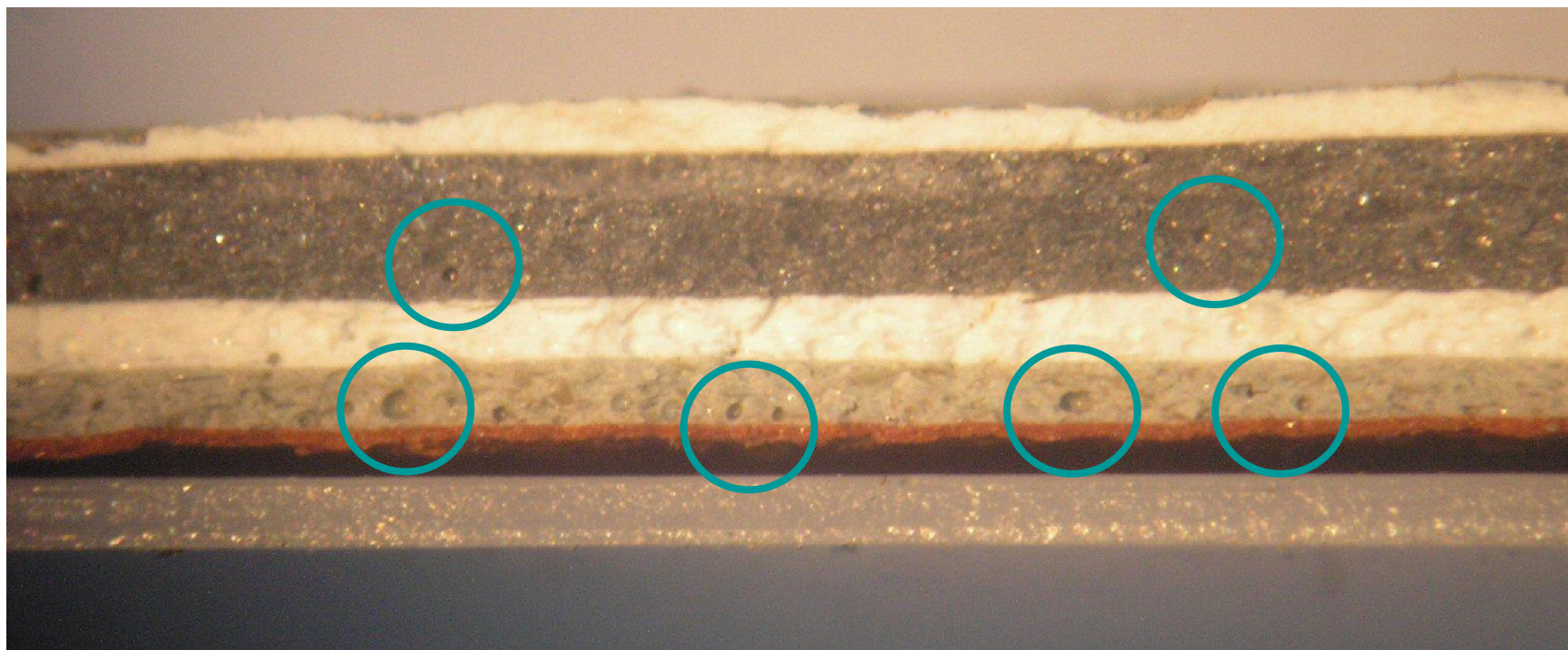
Большая толщина, плохая вентиляция, оставшийся растворитель





Поперечный разрез отслоившейся краски

Видны пустоты, где был растворитель





Пузырьки воздуха и растворителя



Покрытие пористое как сыр!



Дефекты:

Атмосферные условия



Температура воздуха и стали

Важно ли это? ДА!

- Температура воздуха влияет на:
 - Срок хранения
 - Живучесть
 - Время индукции
 - Вязкость
 - Температуру стали
- Температура стали влияет на:
 - Испарение растворителей
 - Скорость сушки
 - Степень высыхания
 - Срок перекрытия
 - Срок службы покрытия



Поверхностное высыхание



Пузыри, вызванные остатками растворителя



Горячая подложка

Приводит к
быстрому
“выкипанию”
растворителя



Может быть причиной пор



Помутнение покрытия (Blushing)

Вид

- Молочная белесость

Причина

- Конденсация влаги на холодной поверхности
- Загрязнения воздуха, двуокись серы (SO₂) и аммиак образуют на поверхности сульфат аммония.
- “Быстрые “ растворители

Ремонт

- Прошкуривание верхнего слоя
- Повторная окраска



Bloom / Blush

Antifouling and top coat exposed to high humidity





Шпигатные отводы





Отпотевание и карбонизация

Вид

- Липкая поверхность, часто с белыми пятнами

Причина

- Высокая влажность при отверждении эпоксидов
- Плохая вентиляция
- Амины реагируют с CO₂ и влагой с образованием аминокарбонатов.
- Низкая температура

Ремонт

- Промыть теплой водой или растворителем с использованием ветоши

Меры предупреждения: Выдержка времени индукции

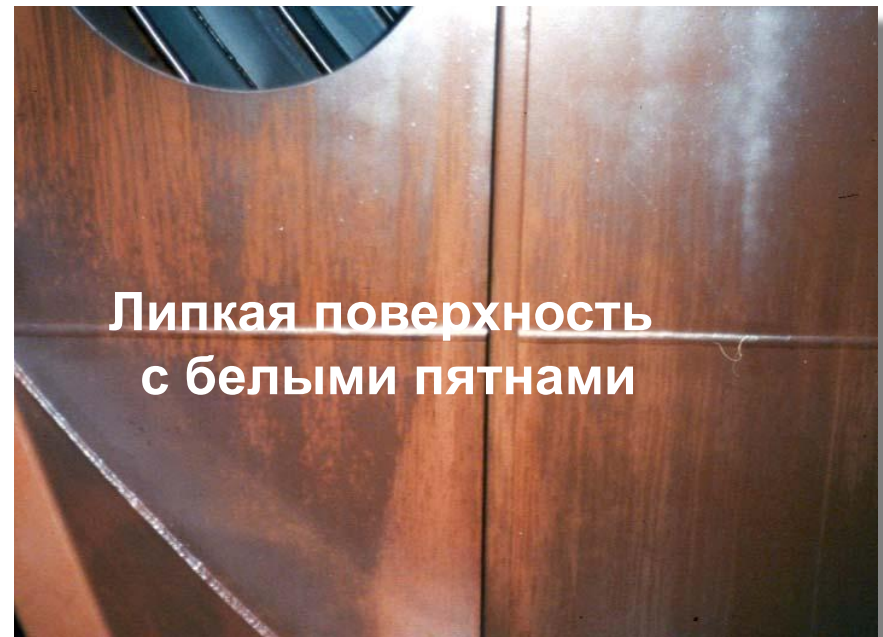


Отпотевание и карбонизация

- Поверхность окрашена эпоксидным материалом
- Липкая



Липкая блестящая
поверхность



Липкая поверхность
с белыми пятнами



Дефекты:

Совместимость



Смарщивание

- 1. слой: окисление (white spirit)
- 2. слой: физическая сушка (Xylene)
- Крепкий растворитель размягчает окисляемую краску.
- Может иметь место при слишком толстом слое алкидной краски. Быстрое поверхностное высыхание приводит к смарщиванию





Растрескивание

- 1. слой: мягкая краска
- 2. слой: жесткая краска
- Пример: винил, нанесенный на необрастающую краску





Bleeding



Миграция КУ смол
через слой
виниловой краски.



Отслаивание Алкидов от цинка

- 1. слой: цинковое покрытие
- 2. слой: алкид

Никогда не применять
алкид поверх цинка

Происходит
«омыление»





Дефекты:

Срок службы



Трещины и отслоения





Трещины и отслоения

- Механические нагрузки
- Старая толстая краска теряет эластичность
- Охрупчивание старых красок, преимущественно Алкидов





Отслоение. Превышение времени перекрытия

- Отслоение эпоксидов
- Слабая межслойная адгезия
- Большой межслойный интервал
- Контроль времени перекрытия по Техническим Данным





Меление



- Promoted by UV-light
- Causes loss of gloss
- Darker colours appear to fade
- Light colours will be “self-cleaning”



May happen to all types of paint to a greater or lesser degree. Paints based on epoxy binder are worst affected.



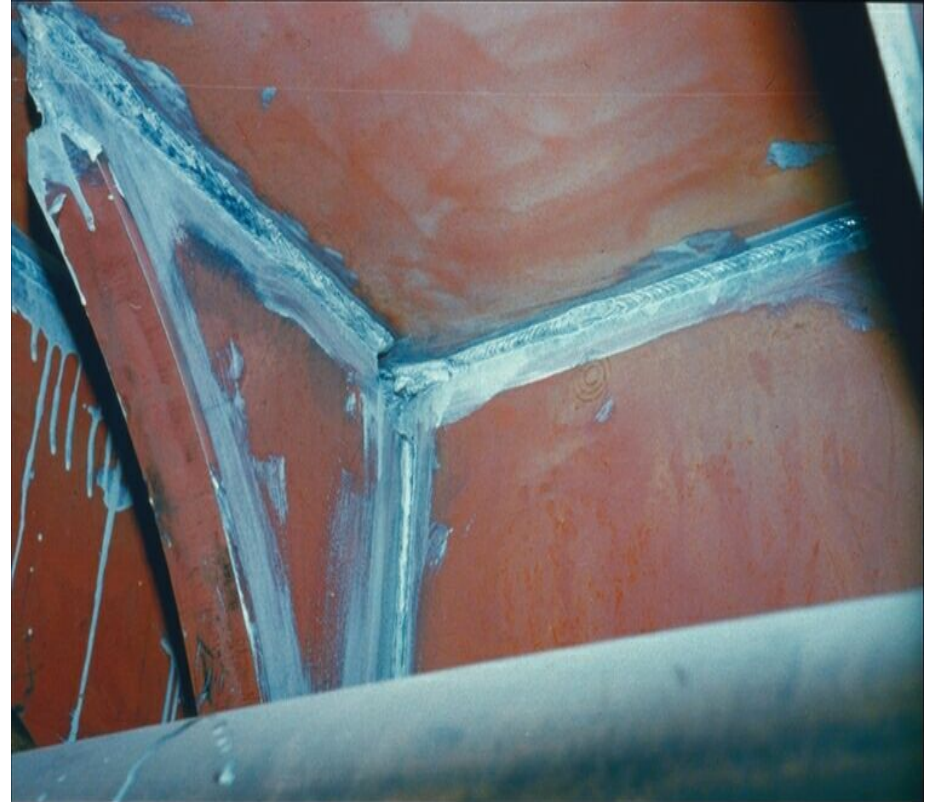
Дефекты: **Полосовые**



Некачественная окраска

Низкое мастерство:

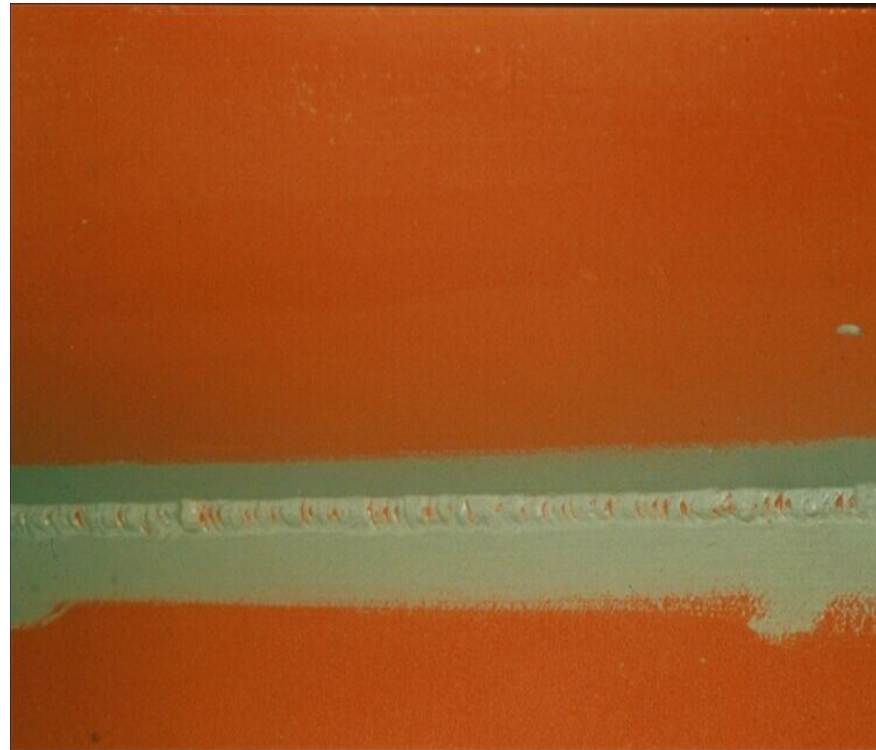
- Слишком тонко
- Пропуски
- Потёки
- Плохая подготовка швов перед покраской





Некачественная окраска

- Полосовой на швах
- Слабое мастерство
- пропуски
- Краска должна заполнять неровности шва. Это достигается перекрестными проходами кистью.





Коррозия на швах и кромках

- Ранняя коррозия на швах и кромках
- Краска недавно нанесена
- Атмосферное воздействие в течение 2 недель

