



***Оцинкованный и окрашенный прокат -
современный материал для различных
решений производства металлоизделий
и металлоконструкций для
строительства***

Заместитель директора
ИЦ НТПП
ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина
Казанджиян О.А.
(jan50@mail.ru)



Мощности по производству оцинкованного проката в России

| Предприятие | Количество линий непрерывного горячего цинкования | Общая мощность производства оцинкованного проката, тыс. т |
|-------------------|---|---|
| Северсталь | 3 | 1220 |
| Новолипецкий МК | 4 | 1280 |
| Магнитогорский МК | 5 | 1800 |
| РусТехнологии | 2 | 500 |
| Каширский ЗСП | 1 | 280 |
| Волгаметком | 2 | 160 |
| Юнистад | 1 | 100 |
| Итого: | 18 | 5340 |

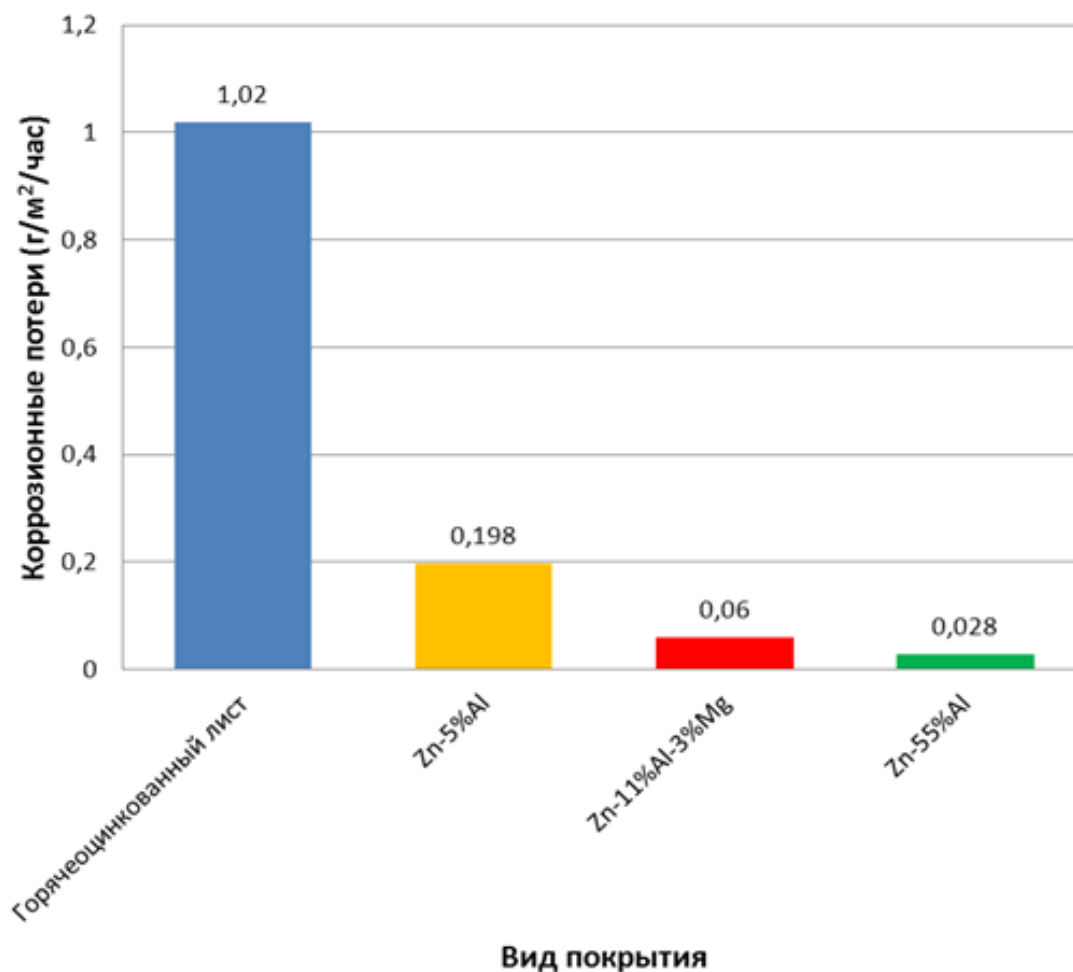
Мощности по производству проката с полимерным покрытием в России

| Предприятие | Количество линий нанесения полимерных покрытий | Общая мощность производства проката с полимерным покрытием, тыс. т |
|-------------------|--|--|
| Северсталь | 2 | 420 |
| Новолипецкий МК | 3 | 580 |
| Магнитогорский МК | 2 | 400 |
| Лысьвенский МЗ | 3 | 350 |
| РусТехнологии | 3 | 270 |
| Электрощит | 1 | 100 |
| Теплант | 1 | 50 |
| ДорХан | 1 | 200 |
| Белпанель | 1 | 100 |
| Победа-Профиль | 1 | 72 |
| Радуга Цинк Лист | 1 | 130 |
| ЧЗПСН-Профнастил | 1 | 75 |
| ИТОГО | 20 | (2747) |

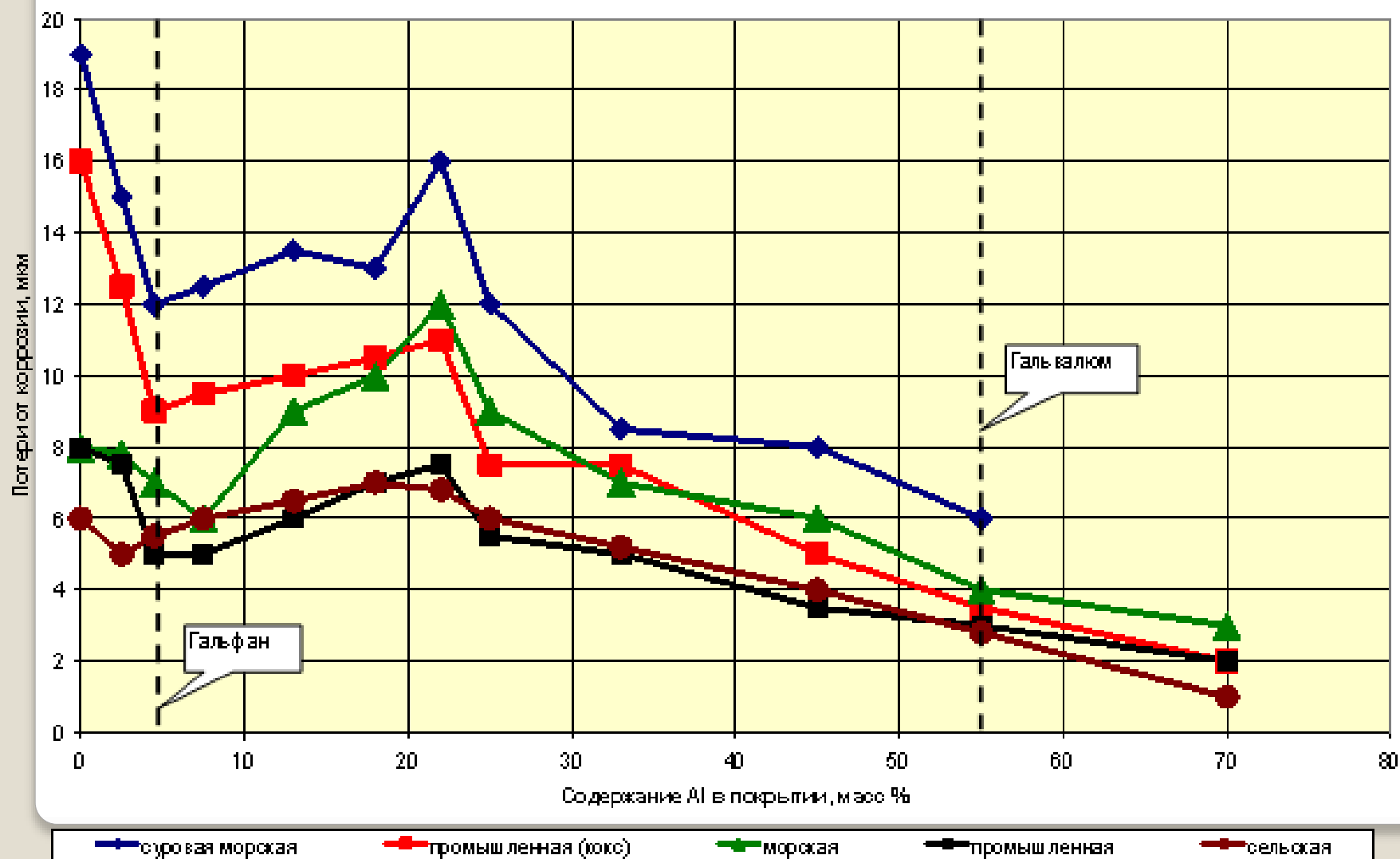
Виды листового проката с горячими покрытиями

| Материал | Al, вес. % | Mg, вес. % | Si, вес. % | Другие элементы, вес. % | Zn, вес. % |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| Оцинкованный прокат (Z) | 0,17-0,25 | - | - | Возможно Pb до 0,25 или Sb до 0,15 | Остальное |
| Гальфан (ZA) | 4,0-7,0 | - | - | 0,03 La, Ce | Остальное |
| ZAM (ZAM) | 4,0-7,0 | 3,0 | - | - | Остальное |
| Super Dyma (ZAM) | 11,0 | 3,0 | 0,2 | - | Остальное |
| Гальвалюм (AZ) | 55,0 | - | 1,6 | - | Остальное |
| Алюминированный прокат (AS) | Остальное | - | 9,0-11,0 | - | - |

Коррозионные потери проката с различными защитными покрытиями при испытании в камере соляного тумана



Коррозионная стойкость горячих покрытий из цинк-алюминиевых сплавов (натурные испытания 5 лет)



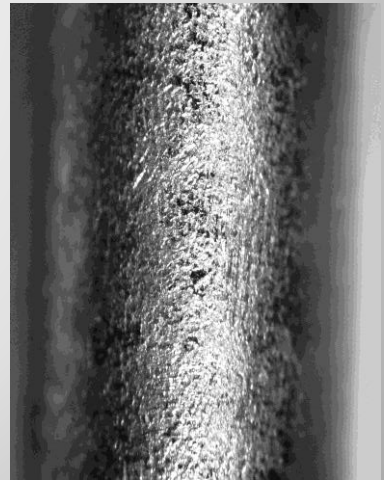
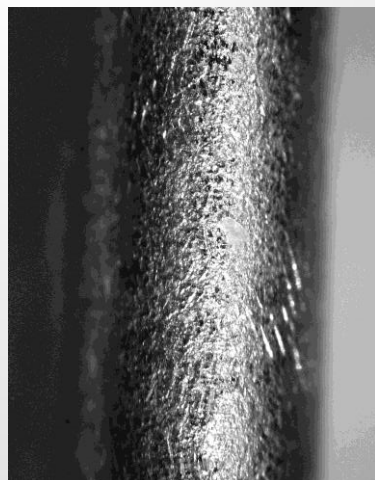
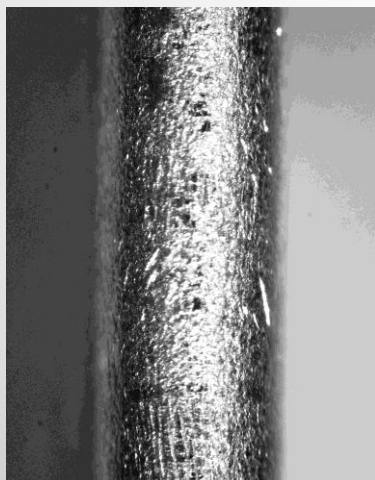
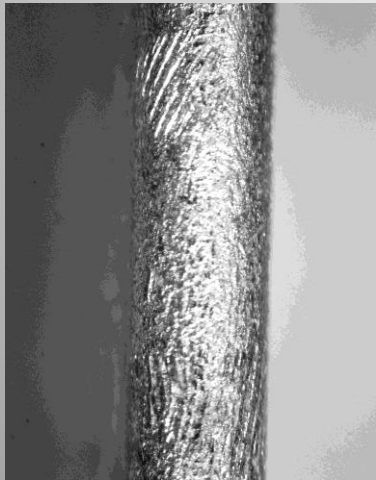
Листовой прокат с цинк-алюминиевым покрытием Гальфан

- Листовой прокат с защитным покрытием на основе сплава цинка с алюминием эвтектического состава с технологической добавкой лантана и церия
- Химический состав, вес% :

| | |
|----------------|-----------|
| Алюминий | 4,7-6,2 |
| Лантан и церий | 0,03-0,10 |
| Цинк | Остальное |

- Листовой прокат редко используется в плоском виде. Для изготовления изделий чаще всего применяется пластическая деформация.
- Сочетание высокой коррозионной стойкости и способности выдерживать большие деформации без образования трещин придает прокату с цинк-алюминиевым покрытием (Гальфан) уникальные потребительские свойства.
- Высокие показатели пластичности цинк-алюминиевого покрытия очень важны если прокат используется как основа для нанесения полимерного покрытия.

Микрофотографии поверхности изгибов оцинкованного образца до и после окраски в процессе испытания на прочность при Т изгибе



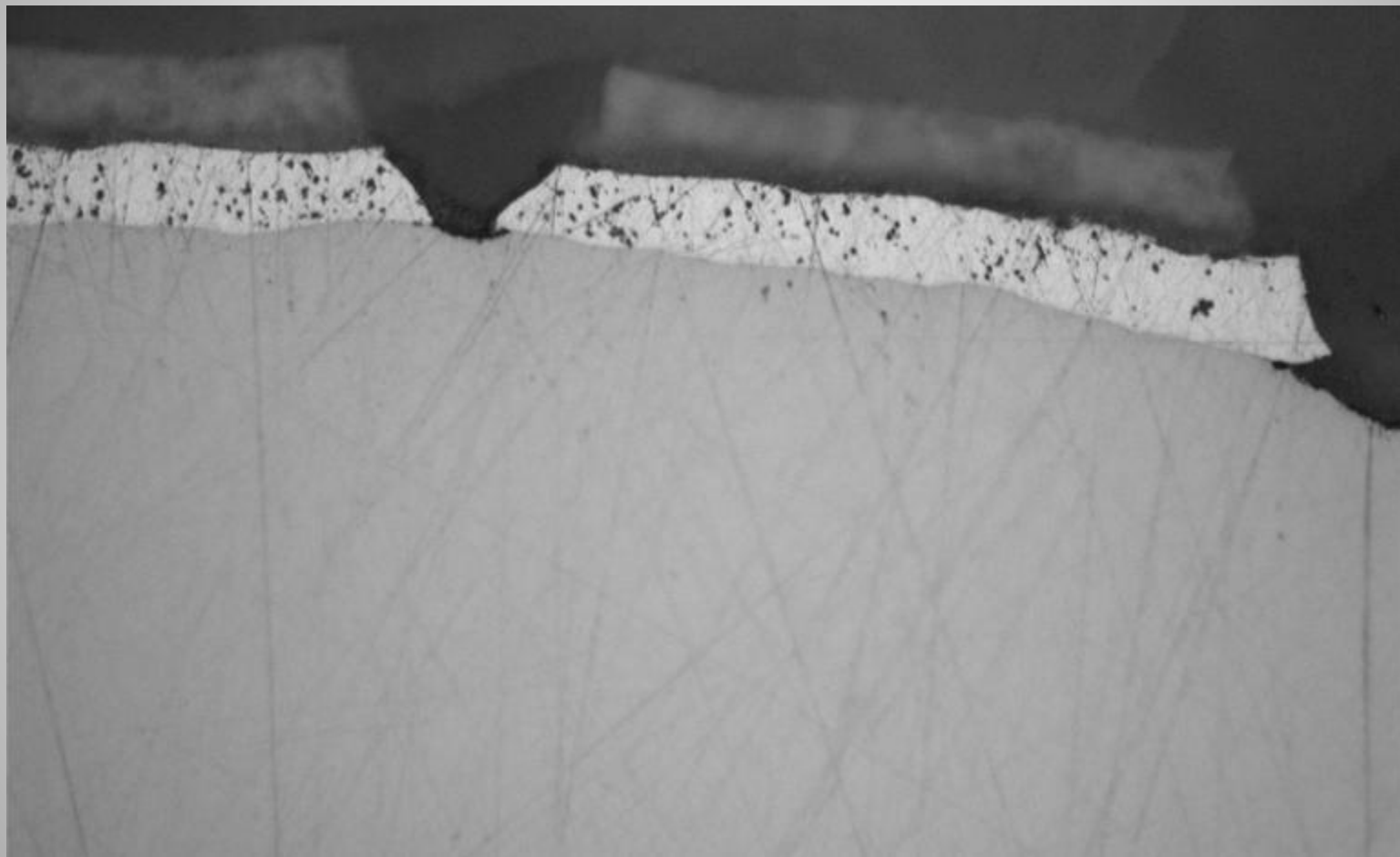
0T

0,5T

1T

1,5T

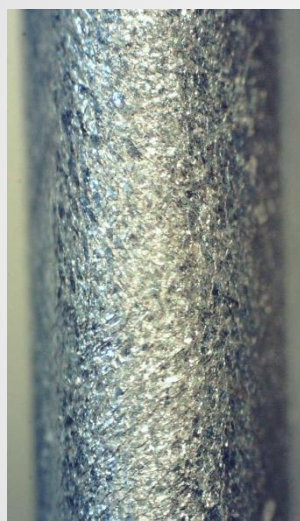
Микрофотография трещины защитного покрытия на окрашенном оцинкованном образце при испытании на прочность 1,5T



Микрофотографии поверхности изгибов образца Гальфана в процессе испытания на прочность при T изгибе



0T



0,5T



1T

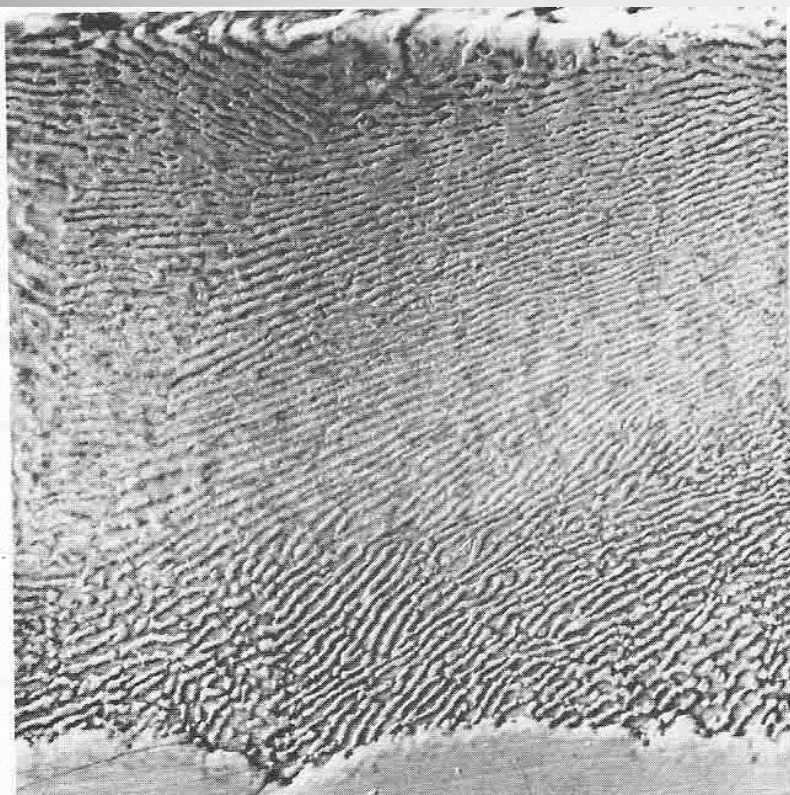


1,5T

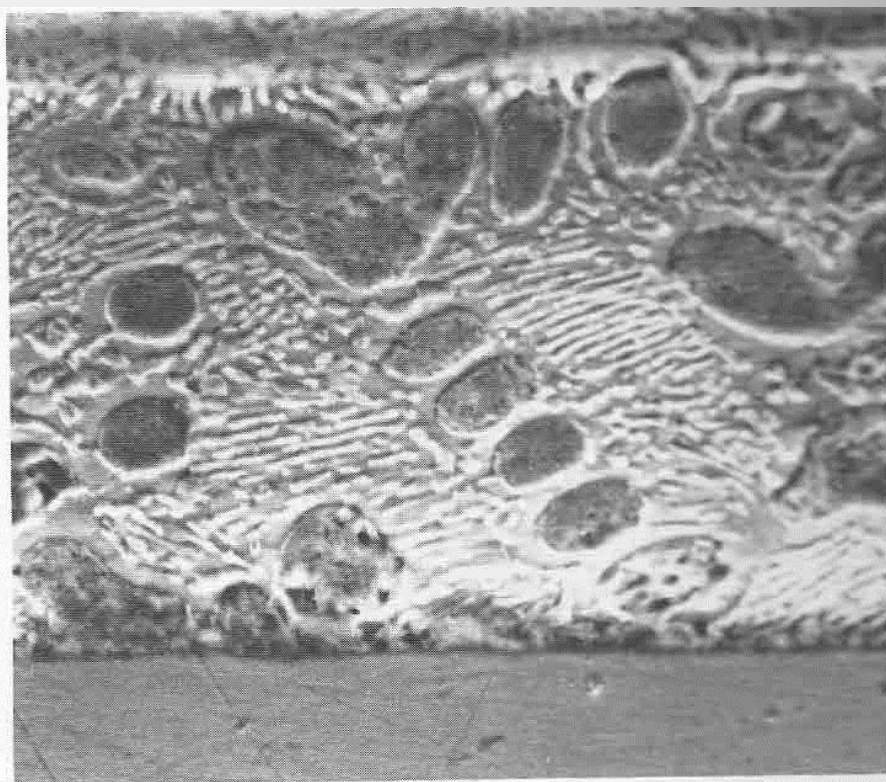
На всех стадиях испытания на прочность при T изгибе трещины цинк-алюминиевого покрытия отсутствуют

Влияние скорости охлаждения на структуру покрытия Гальфан

Ускоренное охлаждение

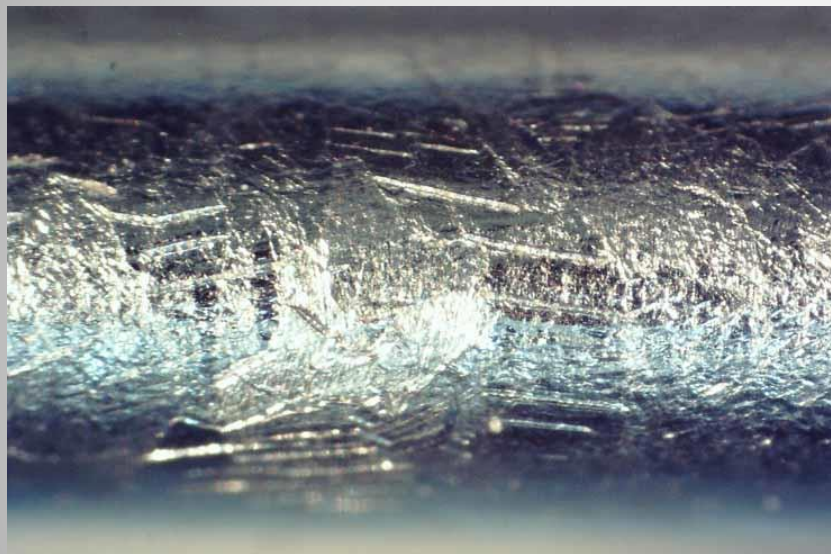


Естественное охлаждение

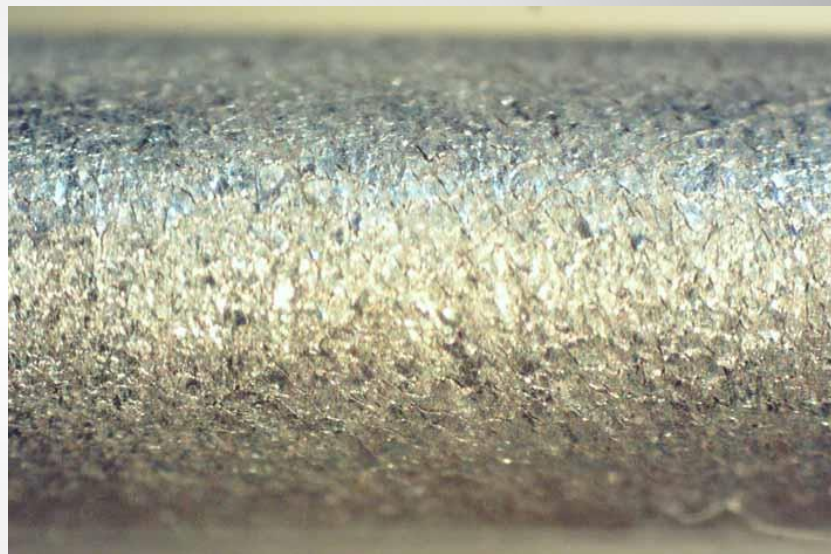


Эвтектическая структура, состоит из пластин цинка и алюминия. При естественном охлаждении видны округлые выделения избыточного цинка.

**Микрофотографии поверхности изгибов образцов
оцинкованного проката и проката с цинк-
алюминиевым покрытием (Гальфан)
при испытании 1Т**



Оцинкованный прокат



Гальфан

- Наличие эвтектической структуры цинк-алюминиевого покрытия, состоящей из тонких слоев пластичного алюминия и цинка значительно снижает вероятность образования трещин при испытаниях на прочность при Т изгибе.
- Использование проката с цинк-алюминиевым покрытием в качестве основы для нанесения лакокрасочных покрытий позволит существенно улучшить качественные характеристики проката с полимерным покрытием и расширить области его применения.

Области применения проката с цинк-алюминиевым покрытием

- Прокат с цинк-алюминиевым покрытием может с успехом применяться везде, где традиционно используется оцинкованный прокат.
- Это строительная индустрия, машиностроение, сельское хозяйство, автомобильная промышленность, бытовая техника...
- Благодаря сочетанию высокой коррозионной стойкости и пластичности изделия из этого материала имеют больший срок службы.

Способность проката с цинк-алюминиевым покрытием выдерживать высокую степень деформации при штамповке, в том числе и в окрашенном состоянии позволяет решить множество проблем, возникающих при изготовлении бытовой техники, стеновых панелей, изоляции газо и нефтепроводов и в других отраслях, где необходима долговременная защита от коррозии.

Преимущества проката с цинк-алюминиевым покрытием

- Высокая пластичность эвтектического сплава цинка с алюминием позволяет проводить самую сложную деформацию без образования трещин покрытия;
- Высокая коррозионная стойкость позволит уменьшить толщину покрытия без потери защитных свойств и использовать прокат с цинк-алюминиевым покрытием в регионах с агрессивными атмосферными условиями;
- Наибольшие преимущества этого материала реализуются при его использовании в качестве основы для нанесения полимерных покрытий;
- Низкая температура нанесения покрытия (430- 440⁰С) уменьшает количество дросса, снижает износ погружного оборудования и улучшает условия труда.

Недостатки материала Гальфан

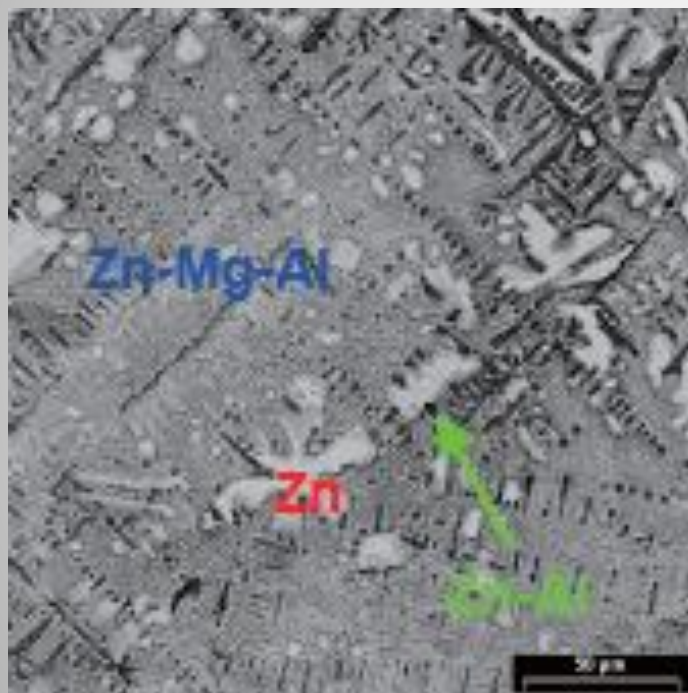
- Цинк-алюминиевое покрытие очень мягкое и легко подвержено потертоостям и царапинам.

Листовой прокат с цинк-алюминий-магниевым покрытием

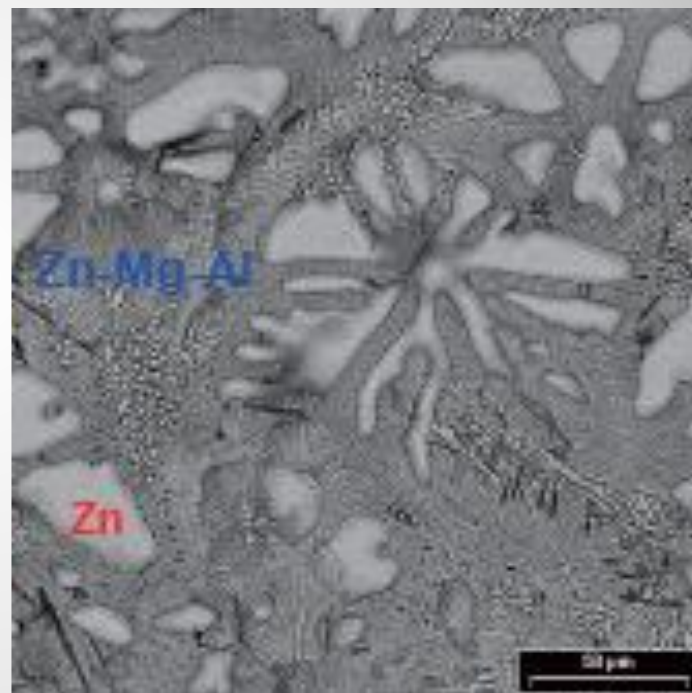
| Материал | Al, вес. % | Mg, вес. % | Другие элементы вес. % | Zn, вес. % |
|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| ZAM | 4,0-7,0 | 3,0 | - | Остальное |
| Super Dyma | 11,0 | 3,0 | 0,2 Si | Остальное |

- Цинк-алюминий-магниевый сплав, применяющийся для нанесения покрытия ZAM является тройной эвтектикой, что позволяет использовать рабочую температуру расплава на уровне 430-440⁰С;
- Магний увеличивает твердость цинкалюминиевого покрытия и улучшает его сопротивление образованию царапин.

Микроструктура цинк-алюминий-магниевого покрытия



Zn+5%Al+2%Mg

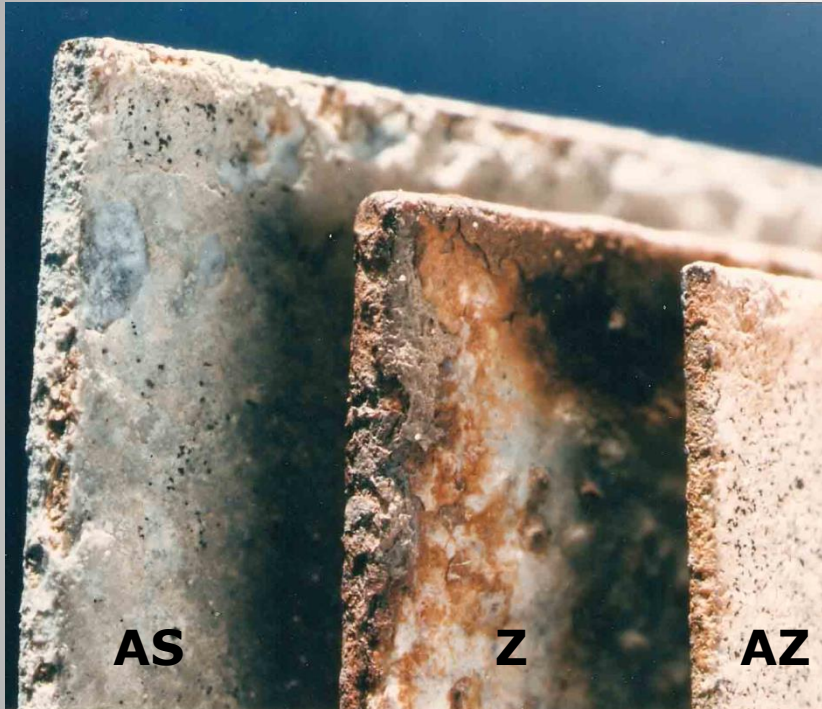


Zn+2%Al+2%Mg

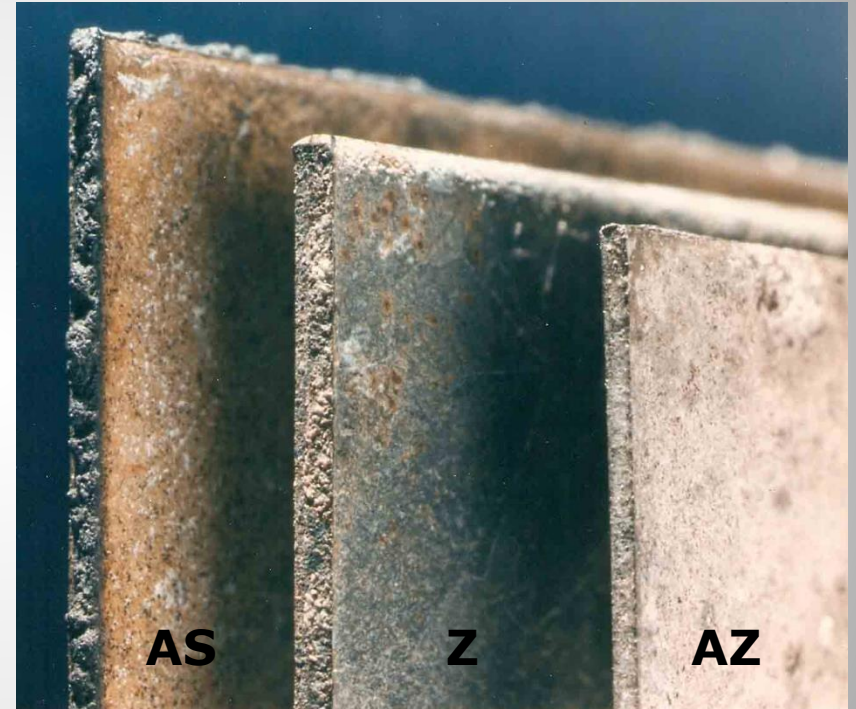
Листовой прокат с алюмоцинковым покрытием Гальвалюм

- Листовой прокат с защитным покрытием на основе сплава цинка с алюминием с технологической добавкой кремния
- Оптимальный состав 55%Al, 1,6%Si, Zn- остальное (удельный вес 3,7г/см³)

Состояние обрезной кромки образцов проката с горячими покрытиями после 17 летних натуральных испытаний в различных климатических зонах

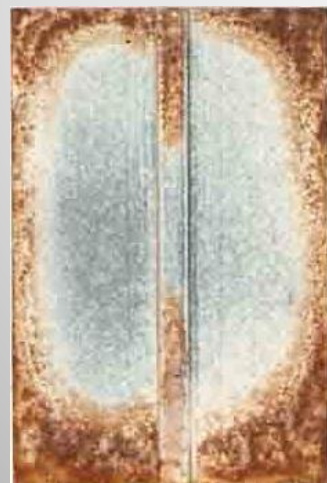


Суровая морская среда



Сельская среда

Образцы проката с горячими покрытиями после 10 летних натурных испытаний в суровой морской атмосфере



Zn

Al-Zn

Al-Si

Преимущество материала Гальвалюм

- Высокая коррозионная стойкость (в 2-6 раз выше, чем оцинкованная сталь).
- Повышенная, по сравнению с оцинкованной сталью термостойкость покрытия и отражательная способность.
- Привлекательный внешний вид. Узор кристаллизации по внешнему виду напоминает молотковую эмаль. Хорошо окрашивается.
- Сохранение эффекта протекторной защиты незащищенных участков поверхности полосы и обрезных кромок. Относительно высокая пластичность покрытия;
- Снижение затрат на материал для нанесения покрытия (удельный вес сплава $3,7 \text{ г/см}^3$, а у цинка $7,14 \text{ г/см}^3$). 1 тонной сплава можно покрыть в 2 раза большую площадь полосы, чем при цинковании.

Недостатки материала Гальвалюм

Недостатком материала Гальвалюм является сложная технология его производства

- Повышенная по сравнению с цинкованием рабочая температура расплава ($590-610^{\circ}\text{C}$);
- Интенсивное образование верхнего и нижнего дросса (приходится извлекать нижний дросс из ванны при каждой смене погружного оборудования);
- Быстрый износ погружного оборудования (перевалка каждую неделю).

Области применения проката с алюмоцинковым покрытием Гальвалюм

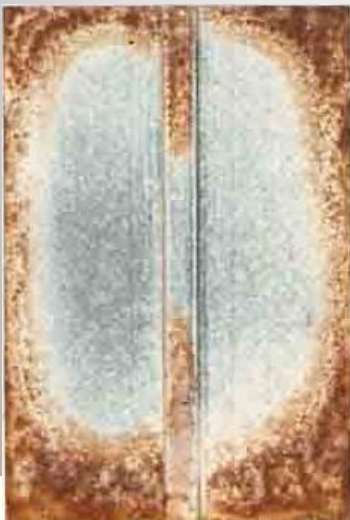
Прокат с алюмоцинковым покрытием применяется взамен оцинкованного проката, но наибольший эффект от его использования там, где нужна повышенная по сравнению с оцинкованным прокатом коррозионная стойкость и термостойкость.

- Строительная индустрия (кровля, стеновые панели, каркасы легко возводимых зданий, дренажные трубы, воздуховоды...).
- Сельскохозяйственное оборудование. (силосные башни, клетки и кормушки для скота...).
- Бытовая техника.
- Теплообменники, кожухи печей ...

Листовой прокат с алюмо-кремниевым покрытием

- Листовой прокат с защитным покрытием на основе алюминия с технологической добавкой кремния
- Оптимальный состав 8-11%Si, Al - остальное

Образцы проката с горячими покрытиями после 10 летних натурных испытаний в суровой морской атмосфере



Zn



Al



Al-Si

Достоинства и недостатки проката с алюминиевым и алюмокремниевым покрытиями

Достоинства:

- Прокат с алюминиевым и алюмокремниевым покрытием обладает высокой коррозионной и термической стойкостью.

Недостатки:

- Хрупкий интерметаллический слой ухудшает штампуемость материала;
- Прокат с алюминиевым и алюмокремниевым покрытием не обладает протекторной защитой поврежденных участков покрытия;
- Рабочая температура расплава в ванне с Al 700-710⁰C а с Al-Si 680-700⁰C;
- Такая высокая температура ухудшает условия труда персонала и увеличивает износ погружного оборудования (перевалка каждые 3-4 дня)

Области применения проката с алюмокремниевым покрытием

Прокат с алюмокремниевым покрытием может применяться в строительстве, машиностроении, в сельском хозяйстве однако основные области его применения связаны с его термостойкостью. Это глушители автомобилей, различные теплообменники, тепловые экраны, кожухи печей...

В последнее время широкое распространение получает горячая штамповка некоторых деталей кузова автомобиля, изготовленных из высокопрочной холоднокатаной стали с алюмокремниевым покрытием.

Внешний вид крыши из Гальвалюма после 25 лет эксплуатации

