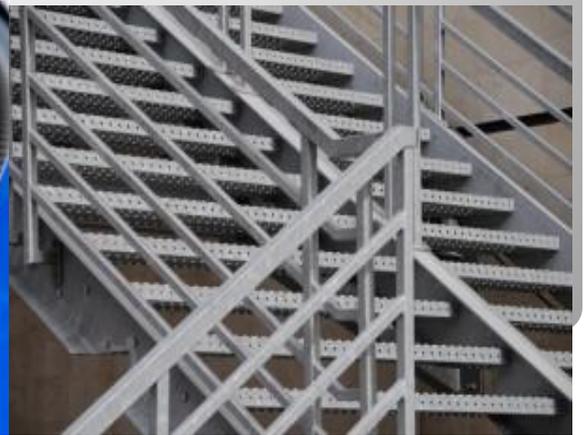




**Оцинкованный и окрашенный прокат -
современный материал для различных
решений производства металлоизделий
и металлоконструкций для
строительства**

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

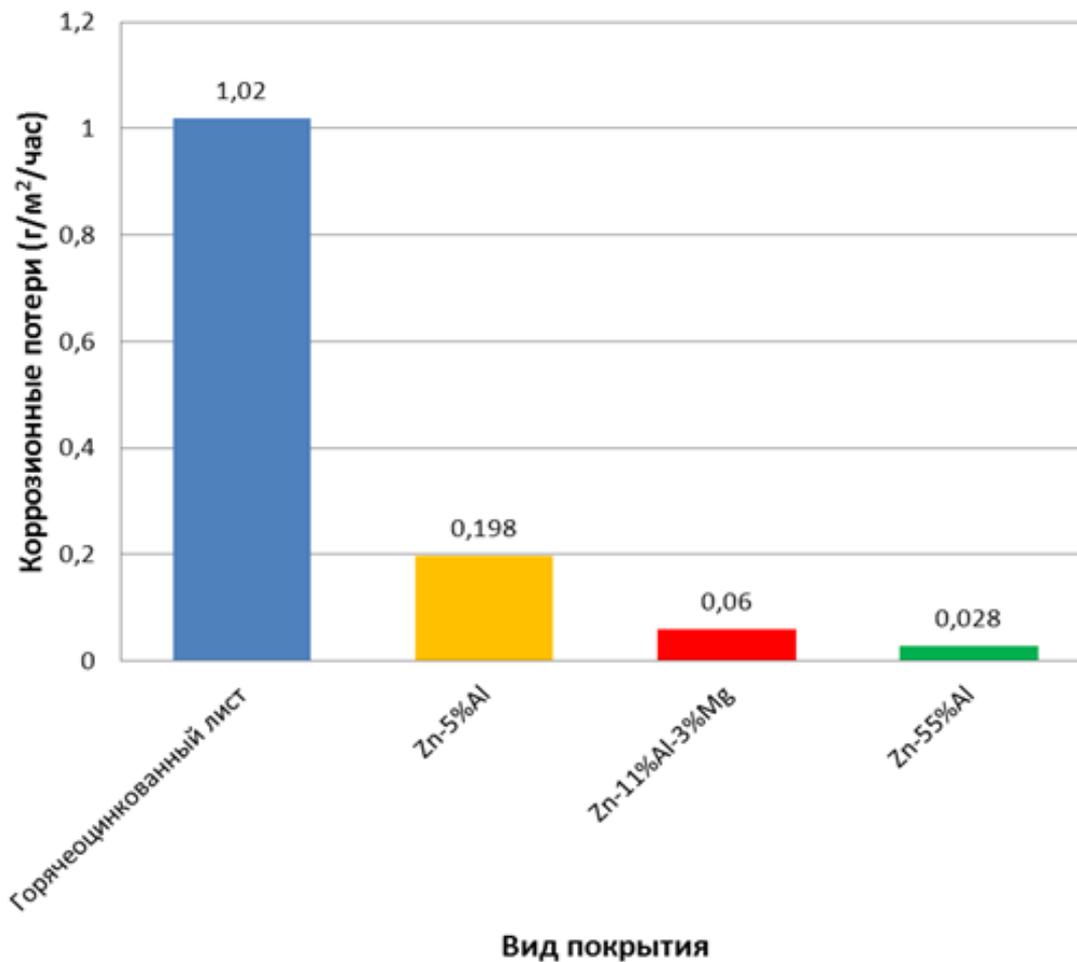
Мощности по производству проката с полимерным покрытием в России

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
Электроцит	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)

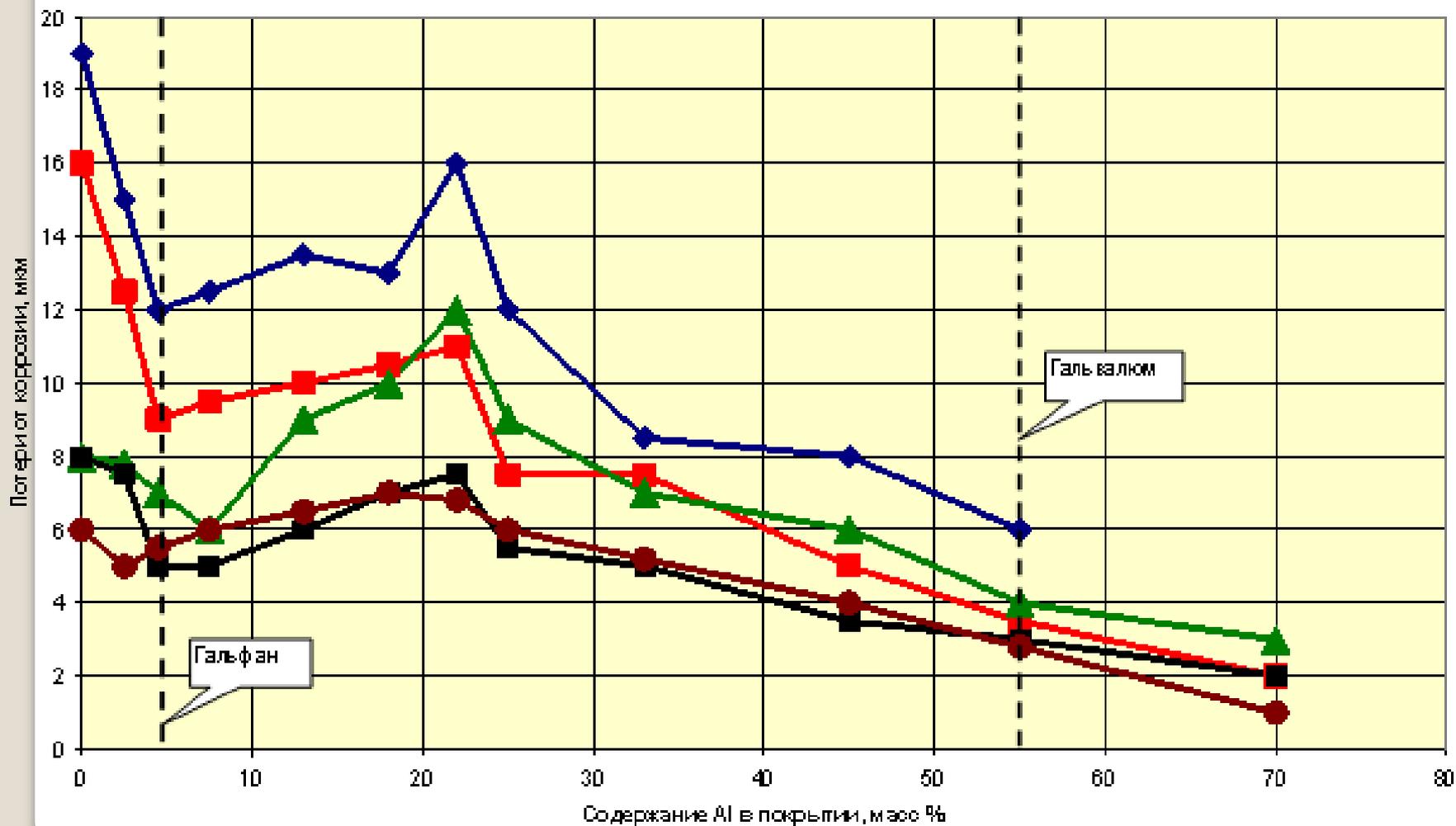
Виды листового проката с горячими покрытиями

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)



—●— суровая морская —■— промышленная (кокс) —▲— морская —■— промышленная —●— сельская

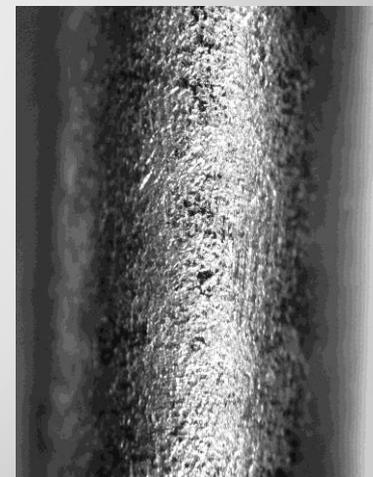
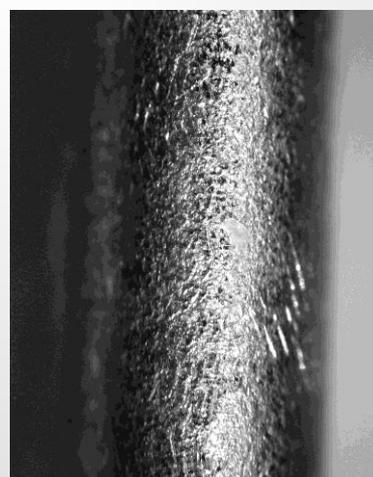
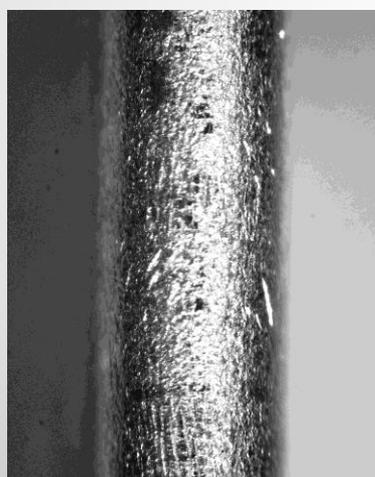
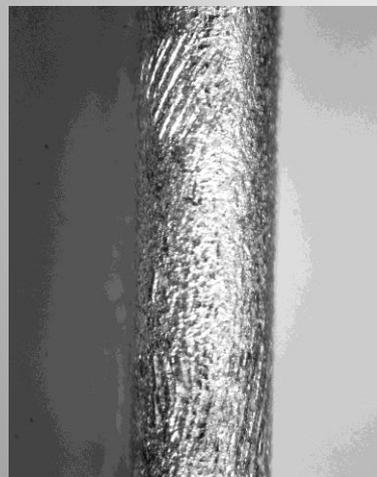
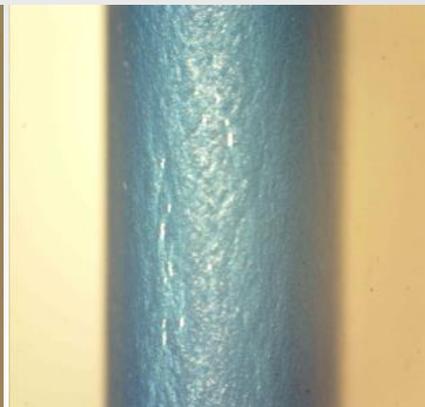
Листовой прокат с цинк-алюминиевым покрытием Гальфан

- 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 T изгибе



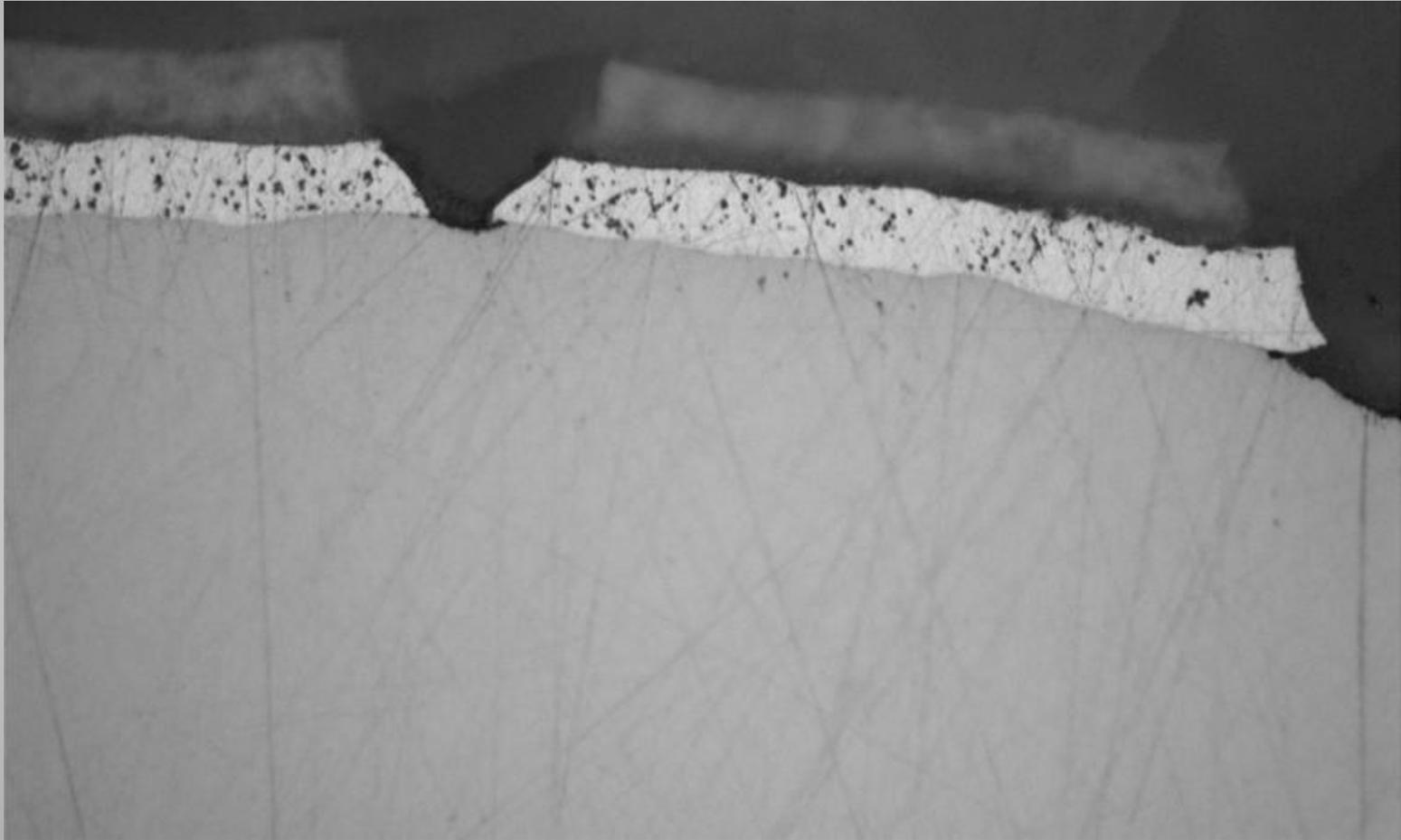
0T

0,5T

1T

1,5T

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



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



0T



0,5T



1T

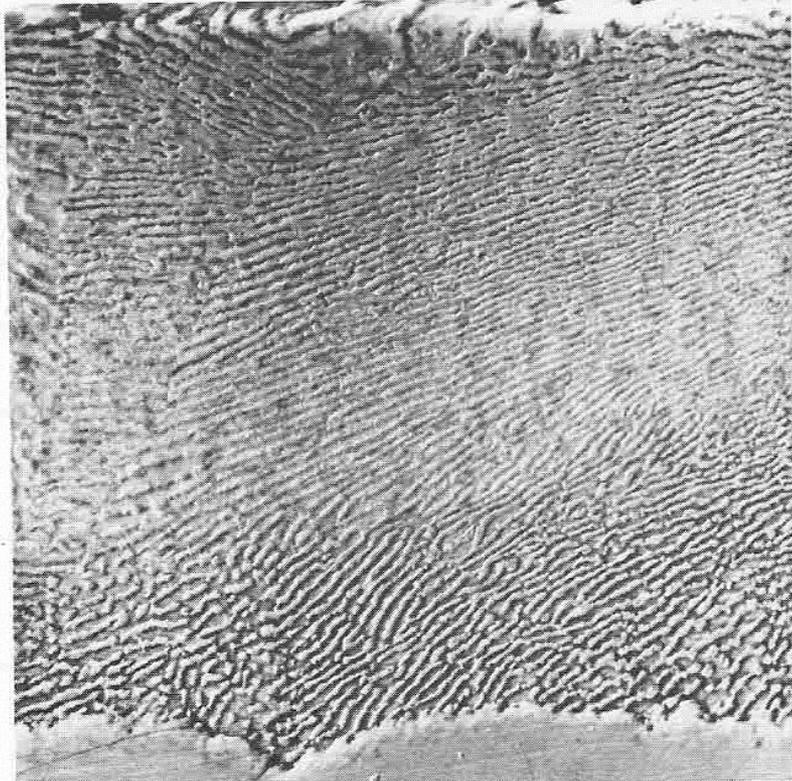


1,5T

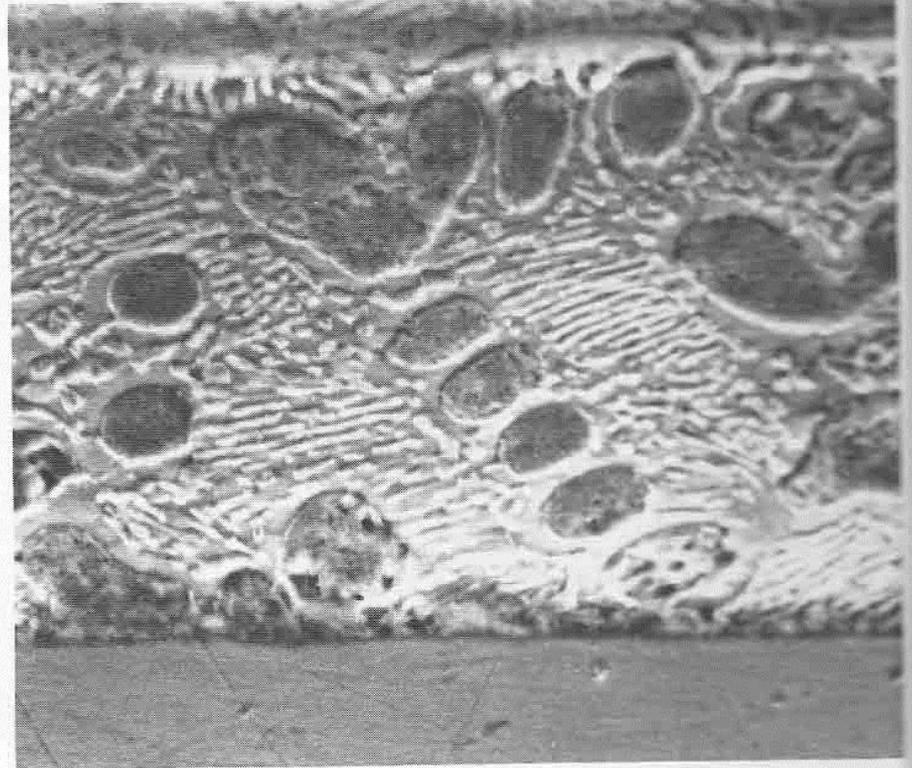
На всех стадиях испытания на прочность при T изгибе трещины цинк-алюминиевого покрытия отсутствуют

Влияние скорости охлаждения на структуру покрытия Гальфан

Ускоренное охлаждение

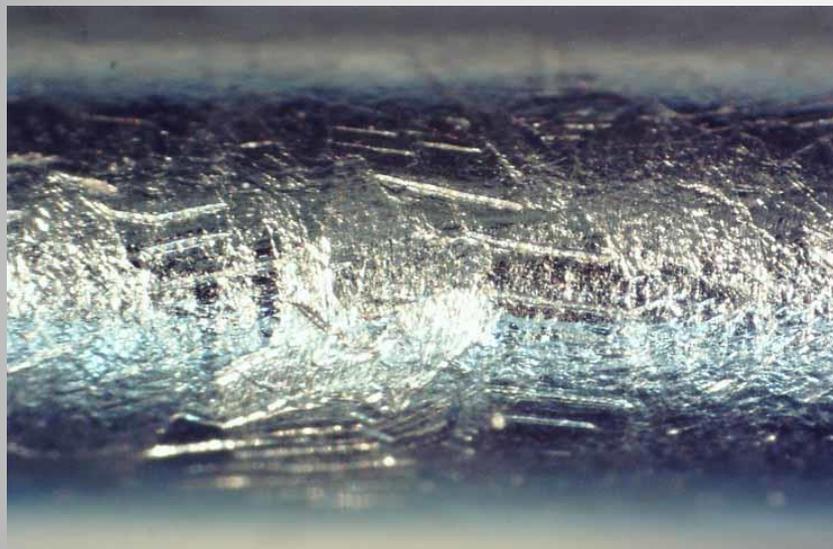


Естественное охлаждение

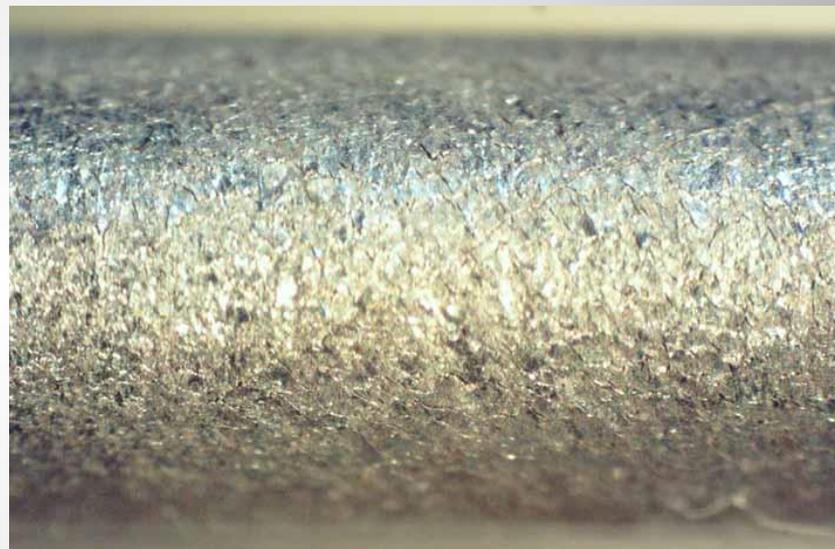


Эвтектическая структура, состоит из пластин цинка и алюминия. При естественном охлаждении видны округлые выделения избыточного цинка.

**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 T 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 большой 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 потертям и царапинам.

Листовой прокат с цинк-алюминий-магниевым покрытием

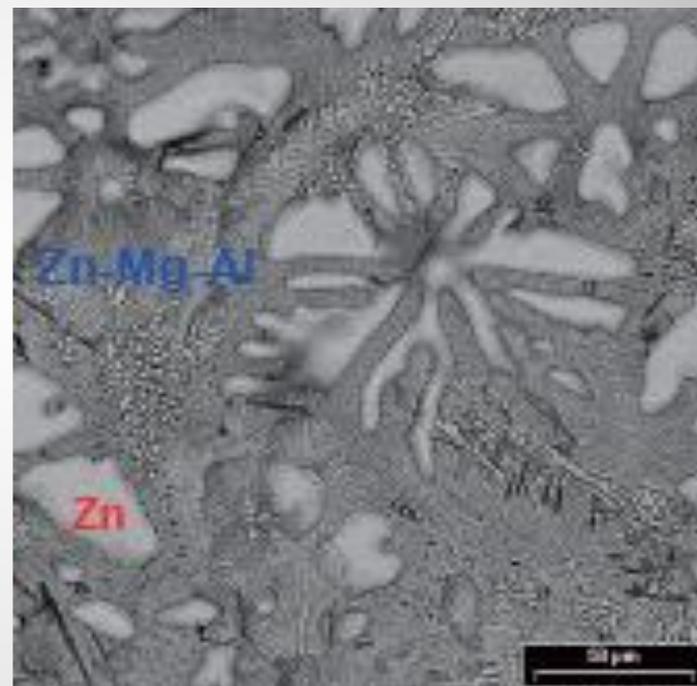
Материал	Al, вес. %	Mg, вес. %	Другие элементы вес. %	Zn, вес. %
ZAM	4,0-7,0	3,0	-	Остальное
Super Dyma	11,0	3,0	0,2 Si	Остальное

- 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

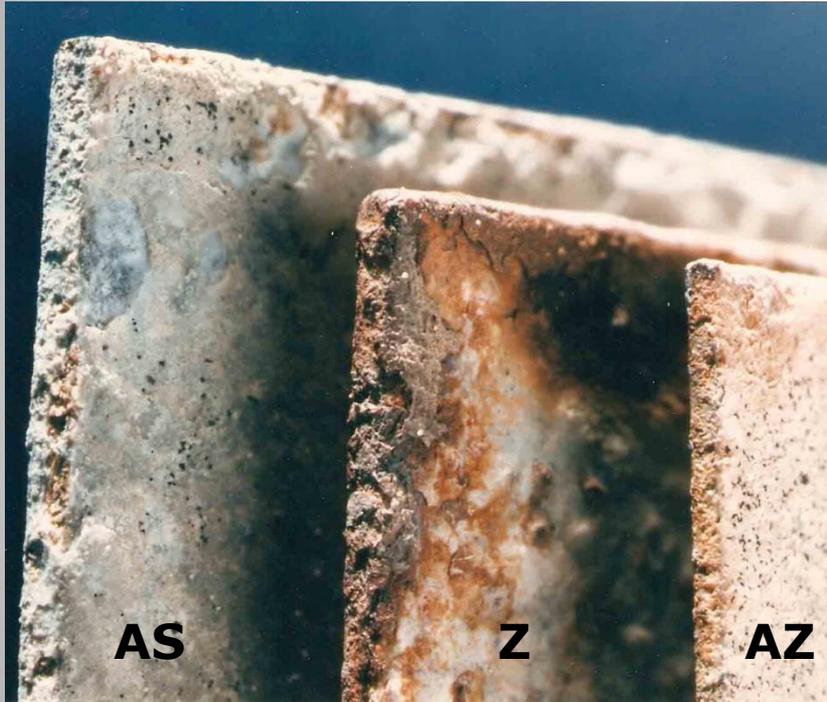


Zn+2%Al+2%Mg

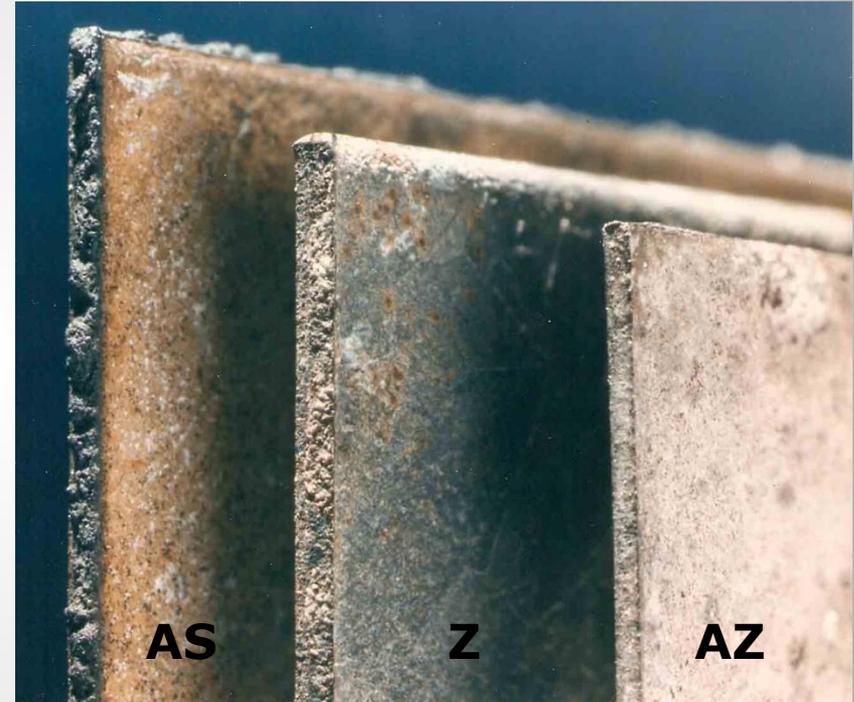
Листовой прокат с алюмоцинковым покрытием Гальвалюм

- 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 натуральных испытаний в суровой морской атмосфере



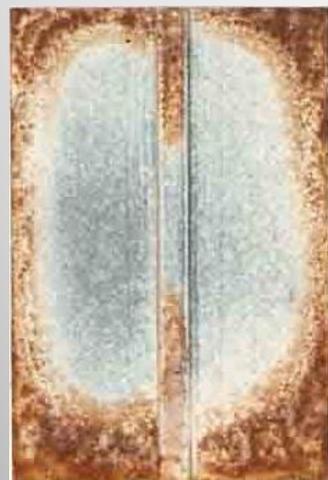
Zn



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 (590-610⁰С);
- 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

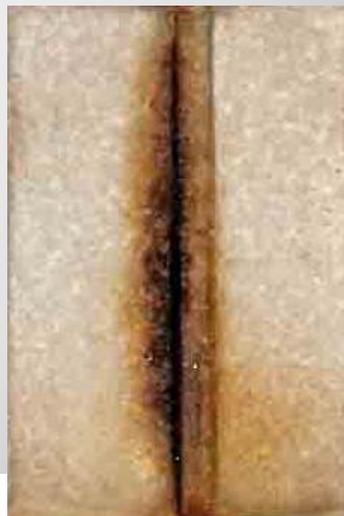
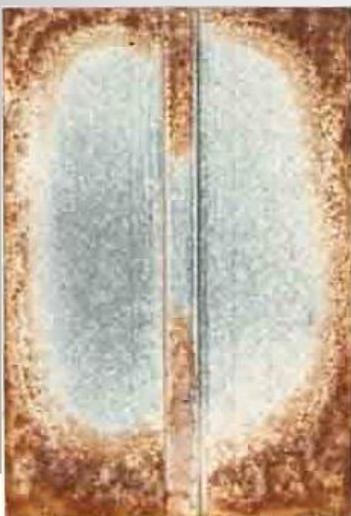
Прокат с алюмоцинковым покрытием применяется взамен оцинкованного проката, но наибольший эффект от его использования там, где нужна повышенная по сравнению с оцинкованным прокатом коррозионная стойкость и термостойкость.

- 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 натуральных 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

