



АГРИСОВГАЗ
ГРУППА КОМПАНИЙ

ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ
УСЛУГ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

📍 249092, Калужская область,
Малоярославец, Мирная, 3



8 800 302-10-35

бесплатно
для регионов

📍 187046, Ленинградская область,
Тосненский р-н, д. Аннолово,
Индустриальный парк «Фёдоровское»,
1-й Индустриальный проезд, 5



8 812 454-22-20

www.agrisovgaz.ru 

▶ скачать каталог
можно по ссылке





65,38
Zn
Zincum
 $3d^{10}4s^2$

ЦИНК — это важный металл, который широко применяется в различных отраслях промышленности, медицине и строительстве. Цинковые покрытия широко применяются в строительстве для защиты металлических каркасов зданий, мостов, трубопроводов и других конструкций от коррозии. Один из основных методов добычи цинка - обогащение цинковых руд. Цинк встречается в природе в виде сульфидов, оксидов и карбонатов. После добычи и обогащения руды происходит процесс плавления и рафинирования, который позволяет получить чистый цинк.

Чистый цинк получают путем переработки цинковой руды. Методы производства чистого цинка включают пирометаллургический и гидрометаллургический процессы.

Наиболее распространенный метод получения чистого цинка - гидрометаллургический процесс, который используется примерно для 80% мирового производства цинка. Концентрат цинковой руды (обычно сфалерита) подвергают обработке серной кислотой. Цинк переходит в раствор в виде сульфата цинка ($ZnSO_4$), в то время как примеси остаются нерастворимыми. Полученный раствор очищают от примесей, таких как железо, медь, кадмий, с помощью добавления других химических веществ, которые связываются с примесями и осаждают их. Очищенный раствор сульфата цинка подвергается электролизу. При этом на катоде осаждается чистый цинк, а на аноде выделяется кислород. Цинк осаждается в виде пластин высокой чистоты, обычно около 99,95%. Осажденный цинк переплавляют в печах, после чего разливают в слитки или другие формы для дальнейшего использования.

Пирометаллургический метод используется реже, но также позволяет получать чистый цинк. Цинковую руду (обычно сфалерит) обжигают в печах при высоких температурах с доступом воздуха. При этом сульфид цинка (ZnS) превращается в оксид цинка (ZnO) и выделяется диоксид серы (SO_2). Оксид цинка затем смешивают с углем (коксом) и подвергают высокотемпературному восстановлению в шахтных или ретортных печах. При этом оксид цинка восстанавливается до металлического цинка, который испаряется. Пар улавливают и охлаждают, конденсируя в жидкий металл. Затем его собирают и очищают путем повторной плавки и литья. Оба метода обеспечивают получение высококачественного цинка, однако гидрометаллургический процесс является более экономичным и экологически чистым, что делает его предпочтительным в современной промышленности.



ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАВОДЫ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ «АГРИСОВГАЗ»

ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ — НАИБОЛЕЕ ЭКОНОМИЧНАЯ
ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

КАК ЦИНК ЗАЩИЩАЕТ СТАЛЬ

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

ЦИНКОВАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
КОНСТРУКЦИЙ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ИЗДЕЛИЙ,
ПОДГОТОВЛЕННЫХ К ГОРЯЧЕМУ ЦИНКОВАНИЮ

- ПЕРИЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ (ЗАБОРЫ)
- ТИПОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ
- ОГРАЖДЕНИЯ ИЗ ПРОФИЛЬНОЙ ТРУБЫ
- КОЛОННЫ
- ФЕРМЫ
- ТЯГИ
- ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ОПОРЫ
- РЕЗЕРВУАРЫ
- ТИП «ТРУБА В ТРУБЕ»

СВАРКА И ЦИНКОВАНИЕ

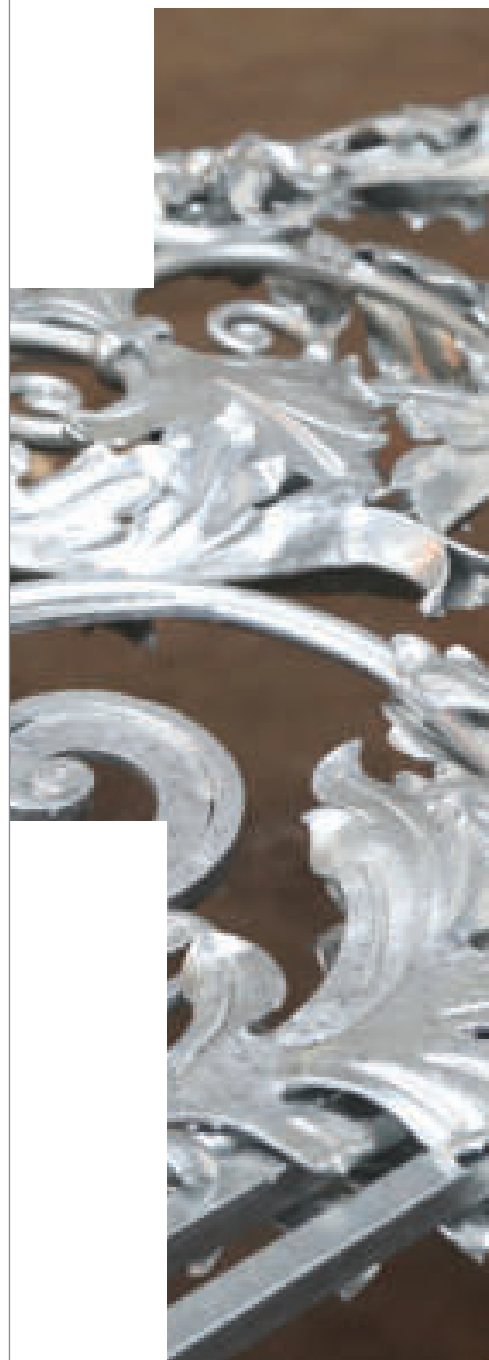
ПОВОДКА И РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛА
ПРИ ГОРЯЧЕМ ЦИНКОВАНИИ

ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА
ПЕРЕД ЦИНКОВАНИЕМ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ,
ПОДЛЕЖАЩИМ ГОРЯЧЕМУ ЦИНКОВАНИЮ

ВЫБОР ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ГОРЯЧЕОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ



ЗАВОДЫ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

ЦИНКОВАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО «АГРИСОВГАЗ» – КРУПНЕЙШАЯ СЕТЬ ЗАВОДОВ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ С ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ МОЩНОСТЯМИ

ДО **144 000** ТОНН ОЦИНКОВАННЫХ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
В ГОД

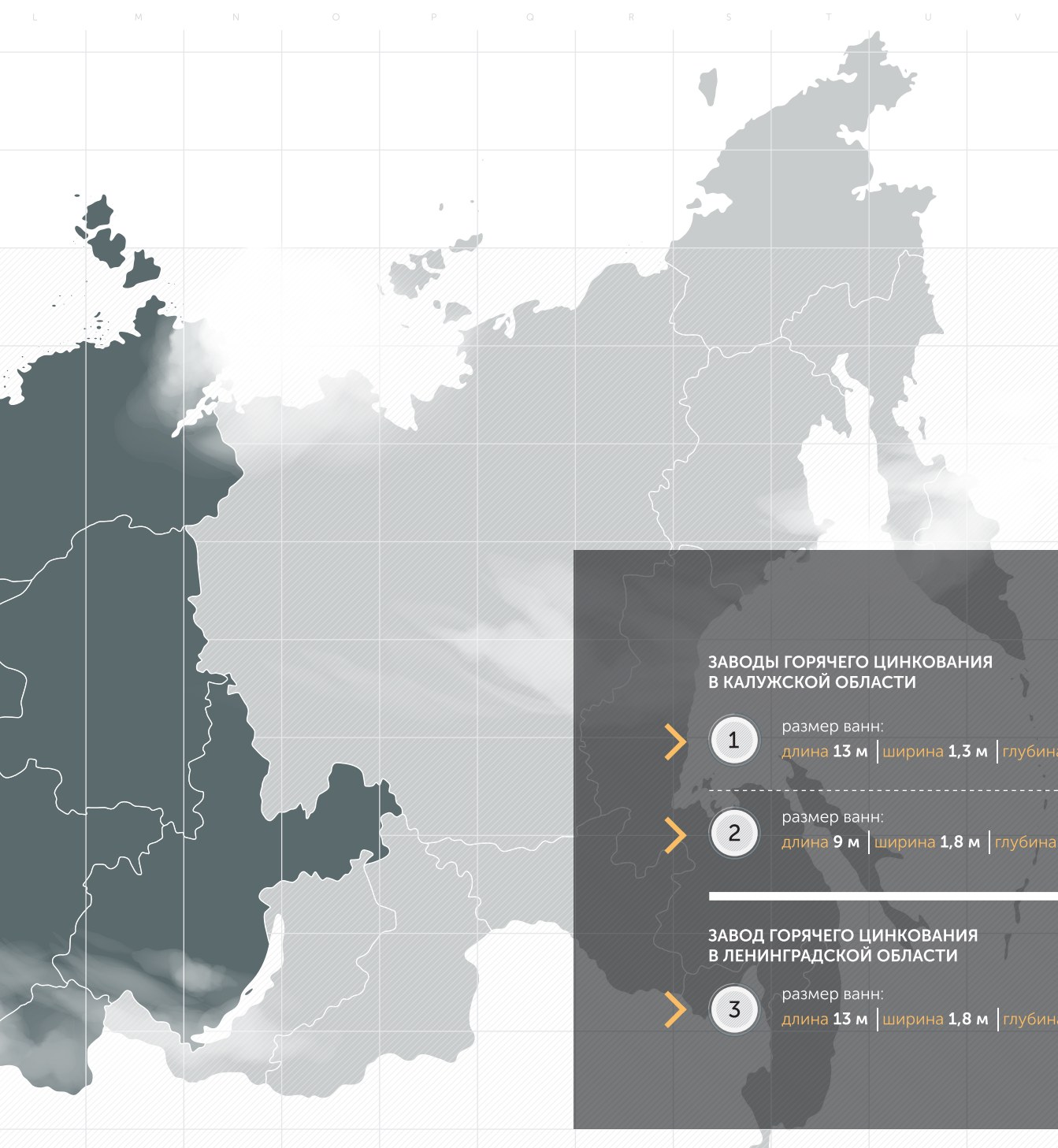


Невозможно представить современную жизнь без цинка. Дом, машина, компьютер и многие другие вещи сделаны с использованием цинка.

Основное применение цинка – защита стали от коррозии. Установлено, что коррозия обходится национальной экономике индустриальных стран примерно в 4% валового внутреннего продукта.

Цинк обеспечивает наиболее эффективный и самый безопасный для окружающей среды метод защиты стали от коррозии.

Горячее цинкование в 3 раза дешевле лакокрасочного покрытия. Продлевая срок службы металла, цинк увеличивает жизненный цикл товаров и капитальных вложений.



ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ — НАИБОЛЕЕ ЭКОНОМИЧНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Цель горячего цинкования – защита оборудования и изделий из черных металлов от коррозии на требуемое время их эксплуатации (срок жизни).

Наиболее распространенным видом коррозии черных металлов является окисление (ржавление) с образованием относительно легко отслаиваемых оксидов, в результате чего толщина несущего каркаса изделия становится меньше расчетной. Это часто грозит разрушением всей конструкции, иногда с катастрофическими последствиями (например, обрушение стропильных ферм).

По подсчетам российских ученых, около 10% ежегодного выпуска стали и изготовленных из нее конструкций приходит в негодность в результате коррозии. Ориентировочные потери мировой экономики здесь оцениваются, по самым скромным подсчетам, в 37 миллиардов долларов в год, а потребности в рабочей силе для осуществления антикоррозионной защиты – в 1 млн. человек. Приведенные примеры показывают, что защита от коррозии является первоочередной задачей мирового значения.

Защитные покрытия существенно продлевают срок жизни изделия. Относительно небольшие затраты по нанесению покрытия позволяют экономить на приобретении (создании) новой конструкции, которое было бы неизбежным при отсутствии антикоррозионной защиты.

На сегодняшний день самыми распространенными методами антикоррозионной защиты являются окрашивание и горячее цинкование.

Практика горячего цинкования насчитывает более 250 лет. В 1742 г. француз Малуэн впервые погрузил в цинковый расплав стальные предметы, и они покрылись слоем цинка. Промышленное применение этот способ получил после 1836 г., когда англичанин Сорель ввел удешевленный метод травления изделий. С тех пор горячее цинкование стало признанным международным стандартом в области антикоррозионной защиты черных металлов благодаря своей надежности и сравнительной дешевизне.

Обычный срок службы таких изделий составляет 25-30 лет. Для сравнения отметим, что столь распространенная сегодня лакокрасочная защита требует возобновления как минимум раз в 3-7 лет и значительных затрат. Именно поэтому цинковые покрытия нашли широкое применение в областях, где требуется надежность и долговечность металлоконструкций: изменчивые климатические условия, труднодоступные районы, промышленная атмосфера, агрессивная среда.

Горячее цинкование отлично зарекомендовало себя в строительстве и энергетике, транспортной инфраструктуре и химической промышленности, городском и сельском хозяйстве.

Что касается стоимости покрытия, то и здесь горячее цинкование оказывается вне конкуренции. Этот вывод наглядно иллюстрируют расчеты немецких специалистов, приведенные в [таблице 1](#).

Практика показывает, что за время жизни изделия, оцинкованного горячим способом, изделия из черных металлов необходимо повторно окрашивать не менее 3 раз, что в промышленных условиях чревато многими дополнительными затратами, включая даже временную остановку производства. Таким образом, несмотря на то, что цинковое покрытие изначально является более дорогим, чем лакокрасочное, в расчете на длительность жизни изделия в 25-30 лет оно оказывается в несколько раз дешевле, так как не требует ремонта и наблюдения, в то время как лакокрасочное покрытие требует постоянной инспекции и периодического ремонта. Именно поэтому горячее цинкование давно уже считается наиболее эффективным способом защиты изделий от коррозии. Только в Западной Европе в настоящее время имеется около 800 заводов, осуществляющих горячее цинкование методом погружения. Для защиты изготовленных стальных конструкций и изделий там ежегодно расходуется более 600 тыс. тонн цинка, еще столько же тратится на цинкование стального листа и проволоки.

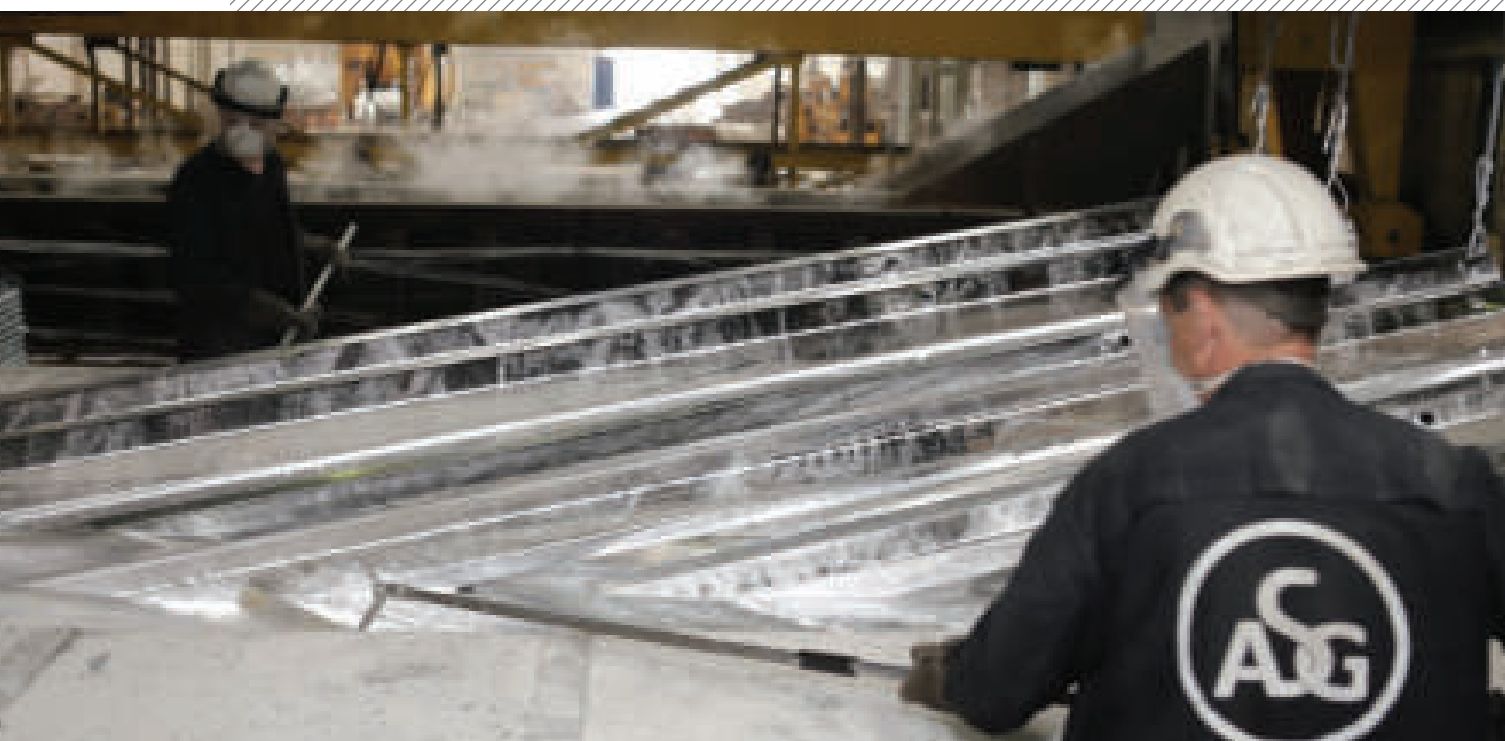


таблица 1.

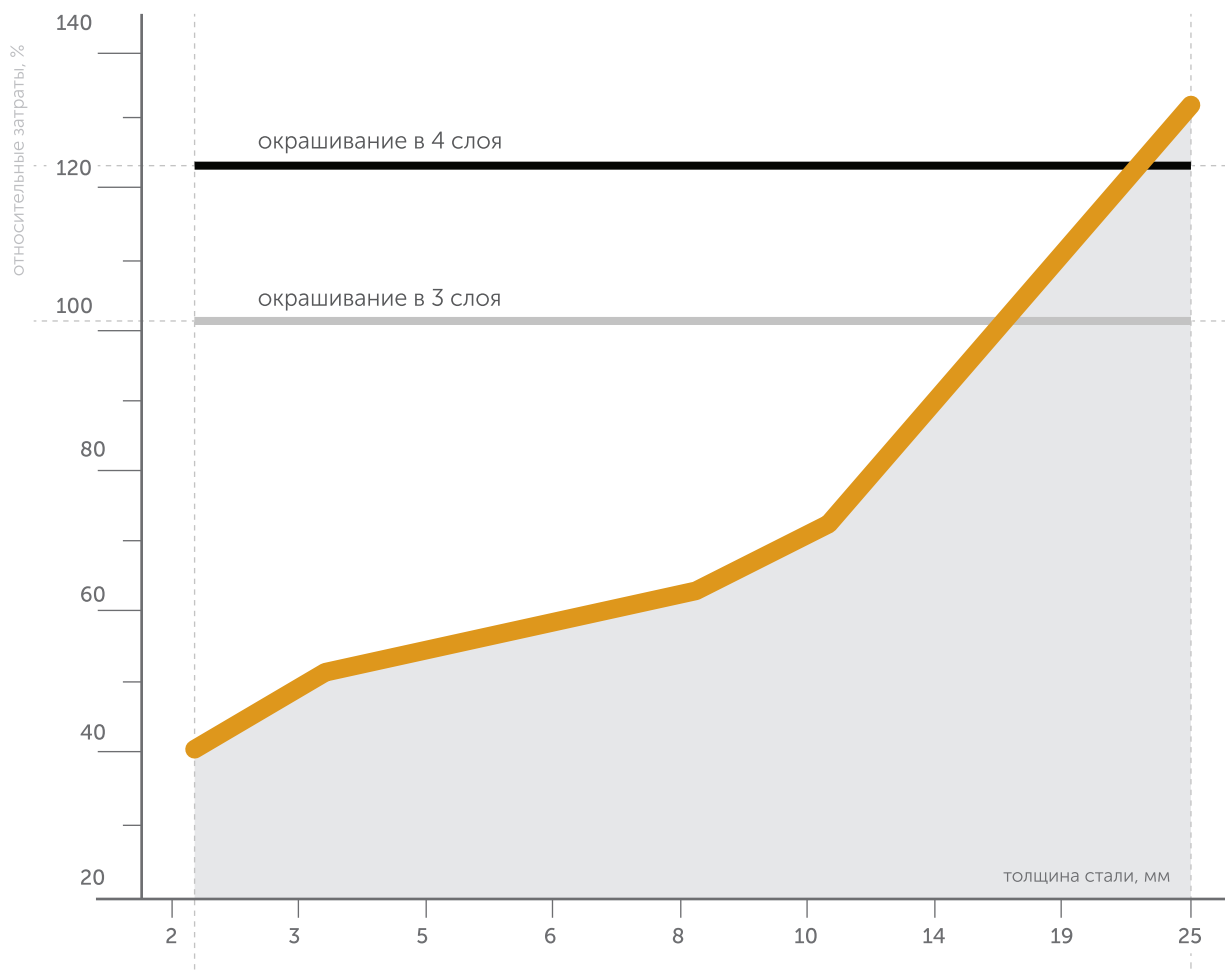
**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОИМОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ
горячеоцинкованной стали в соотношении с другими способами защиты**
(себестоимость покрытия методом горячего цинкования принята за 100%).

	Способ защиты	Средний срок службы до покраски, годы	Себестоимость, %	Расходы после 25 лет эксплуатации, включая уход, %
1	Горячее цинкование	25	100	уход не требуется
2	Дробеметная очистка, окраска в 3 слоя	12	75	150
3	Дробеструйная очистка вручную, окраска в 3 слоя	12	120	195
4	Травление и окраска в 3 слоя	10	85	200
5	Очистка металлической щеткой, окраска в 3 слоя	8	75	230
6	Очистка металлической щеткой, окраска в 2 слоя	5	55	280
	A	B	C	D

Как видно из [рисунка 1](#), толщина цинкового покрытия возрастает с увеличением толщины цинкуемого металла. При этом стоимость цинкового покрытия оказывается существенно ниже стоимости лакокрасочной защиты, нанесённой в три слоя.

Объяснение здесь простое: высокая механизация процесса горячего цинкования позволяет значительно сократить трудовые затраты по сравнению с процессом окрашивания

рисунки 1.



КАК ЦИНК ЗАЩИЩАЕТ СТАЛЬ

Горячее цинкование – уникальная защита стальной поверхности от коррозии. Её особенность заключается в том, что она сочетает в себе два основных метода защиты металла от коррозии – катодную защиту в качестве первого слоя цинкового покрытия и изолирующую защиту в качестве последующих слоёв.

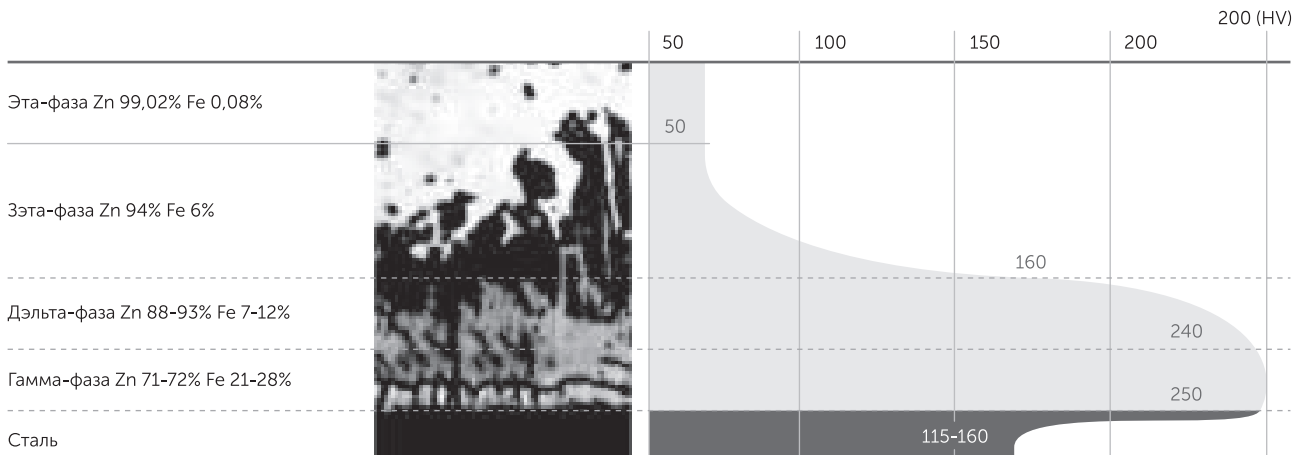
Если рассмотреть электрохимический ряд напряжений металлов (рисунок 2), то мы увидим, что Zn является более активным металлом, чем Fe. Поэтому если соединить между собой цинк и железо,

то в образовавшейся гальванической паре цинк будет являться жертвенным анодом, отдавая свои электроны в пользу железа, и тем самым защищая от коррозии основной металл. Цинковое покрытие активно защищает основной металл изделия, принося себя в жертву, но при этом оно само покрывается тонким слоем собственного защитного покрытия, образующегося из солей и оксидов цинка. Этот слой надёжно защищает цинковое покрытие от влияния атмосферных воздействий, тем самым обеспечивая долговечную и надёжную работу цинкового покрытия в целом.

рисунок 2. ПОЛОЖЕНИЕ Zn в электрохимическом ряду напряжений металлов



рисунок 3. МИКРОСТРУКТУРА ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ. Различия твёрдости основного металла и слоёв цинкового покрытия

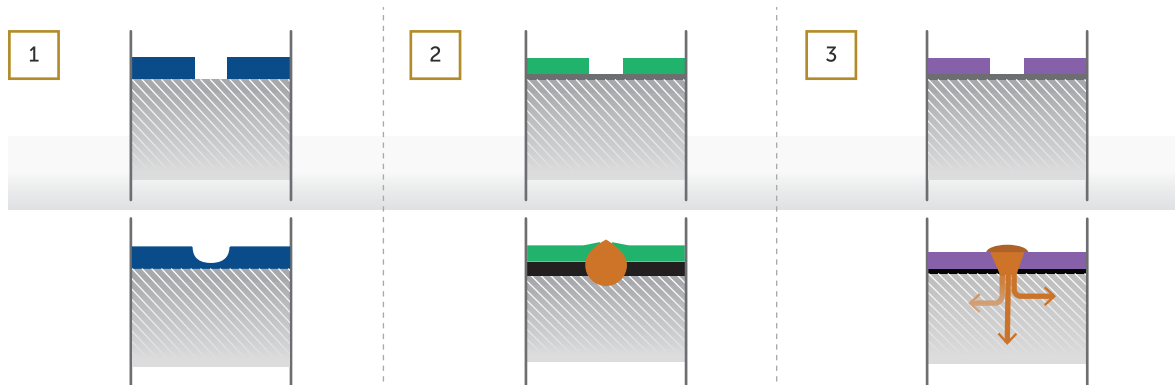


Как видно из рисунка 3, микроструктура цинкового покрытия состоит из четырёх разных по твёрдости слоёв. Железо-цинковые слои.

Гамма, Дельта и Зета прочнее, чем сталь изделия, что даёт цинковому покрытию хорошую способность противостоять механическим повреждениям.

Внешний слой эта, состоящий почти из чистого цинка, мягче чем сталь основы и поэтому даёт покрытию способность к ударпрочности. Таким образом, цинковое покрытие в целом обладает устойчивостью к повреждениям при эксплуатации изделия.

рисунок 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ, возникающих при различных видах антикоррозионных защитных покрытий



1
Покрытие, сформированное горячим цинкованием

Сталь защищена потому, что она является катодом по отношению к цинку.

Формируется гальванический элемент. Цинк, который окружает место повреждения, корродирует, продукты окисления скапливаются на поверхности стали и защищают её.

2
Покрытие, полученное окрашиванием

Сталь ржавеет при повреждении слоя краски.

Ржавчина проникает под краску, покрывающую сталь. Коррозия продолжается после восстановления повреждённого покрытия.

3
Покрытие металлами, электроположительными по отношению к стали

На повреждённых местах при никелировании, хромировании и меднении развивается более быстрая коррозия, чем на стали.

Коррозия часто возникает в виде эрозии, которая может проникнуть и в стальную основу.

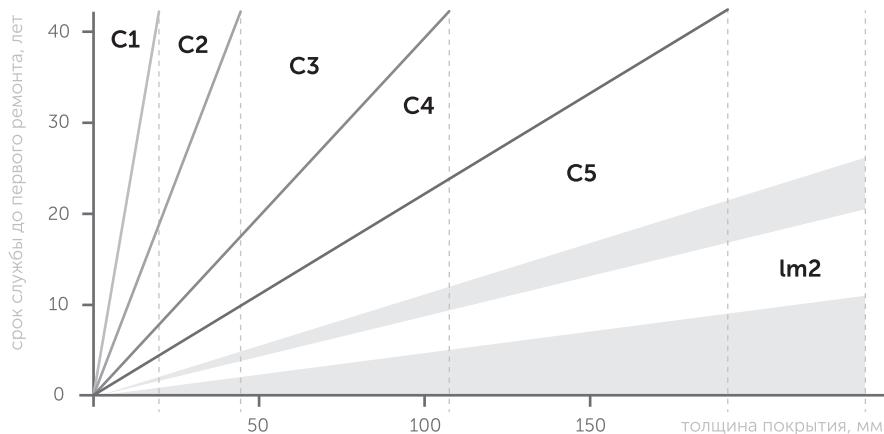


При выборе антикоррозионной защиты основное внимание уделяется скорости разрушения покрытия и необходимости его возобновления, рисунок 4. Этот показатель для цинка составляет 0.5-6 мкм/год в зависимости от условий эксплуатации. Как показывает опыт, горячеоцинкованная сталь может служить до 50 лет без видимых коррозионных повреждений и возобновления цинкового покрытия.

до **50** ЛЕТ

МОЖЕТ СЛУЖИТЬ ГОРЯЧЕОЦИНКОВАННАЯ СТАЛЬ БЕЗ ВИДИМЫХ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ.

рисунок 5. ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ ПО ВРЕМЕНИ СЛУЖБЫ ОЦИНКОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ в зависимости от толщины покрытия для различных категорий агрессивности окружающей среды (по ISO 9223)



Предполагаемое время жизни оцинкованного изделия с толщиной покрытия 100 мкм в сельской местности составляет около 100 лет, в приморском климате и промышленных районах 40-50 лет, в индустриально-промышленных районах с морским климатом порядка 25 лет, рисунок 5.

C1 – очень слабая, C2 – слабая, C3 – умеренная, C4 – суровая, C5 – очень суровая, Im2 – морская вода в районах с умеренным климатом.









GALCO





ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

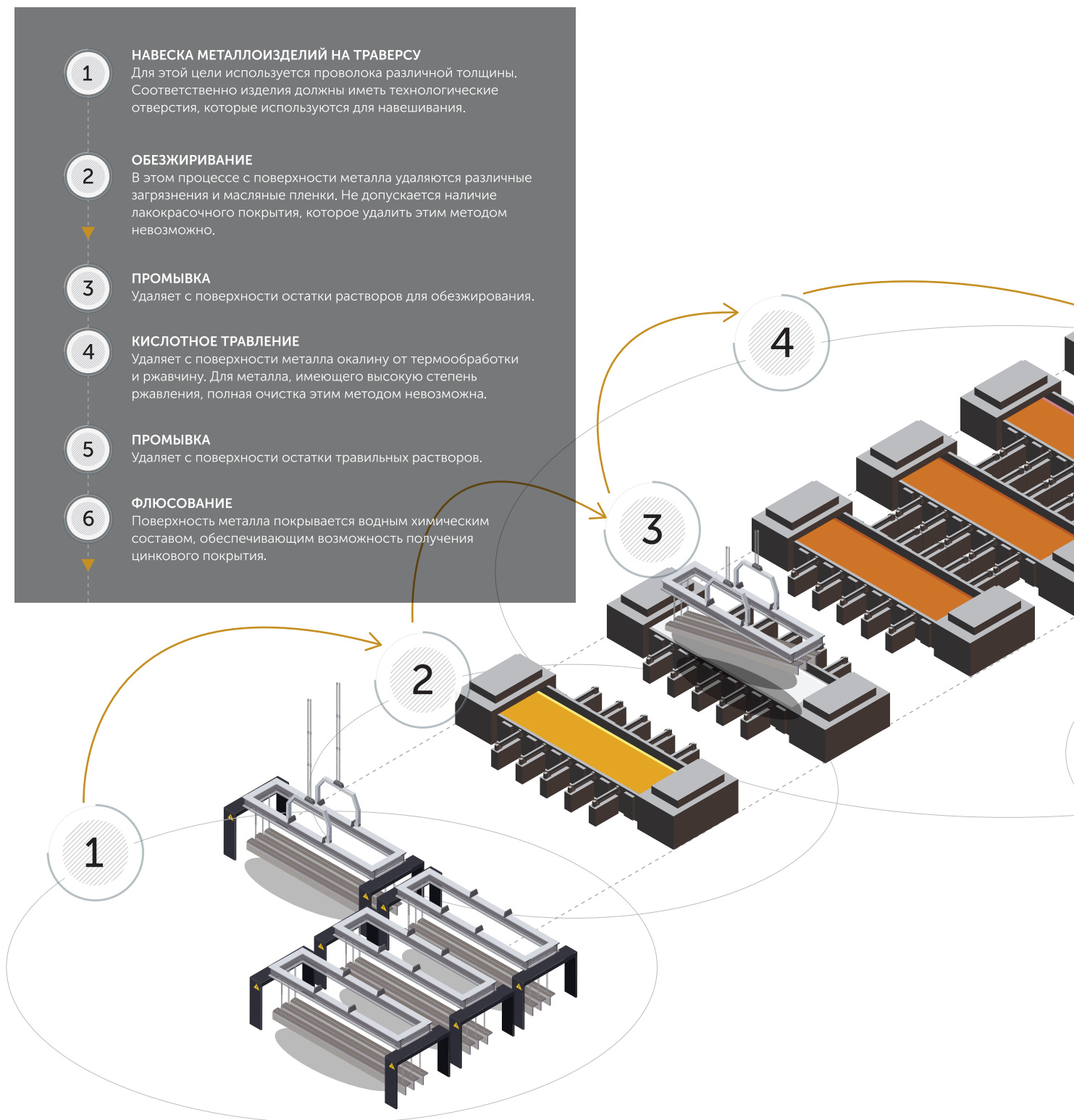
Метод горячего цинкования основан на погружении металлоконструкций в ванну с цинком, расплавленным до температуры около 450°C. В результате на поверхности металла образуется покрытие в виде четырехслойного железоцинкового сплава, обладающего уникальными антикоррозионными свойствами. Наружной поверхностью оцинкованного изделия является слой практически чистого цинка (99,9%).

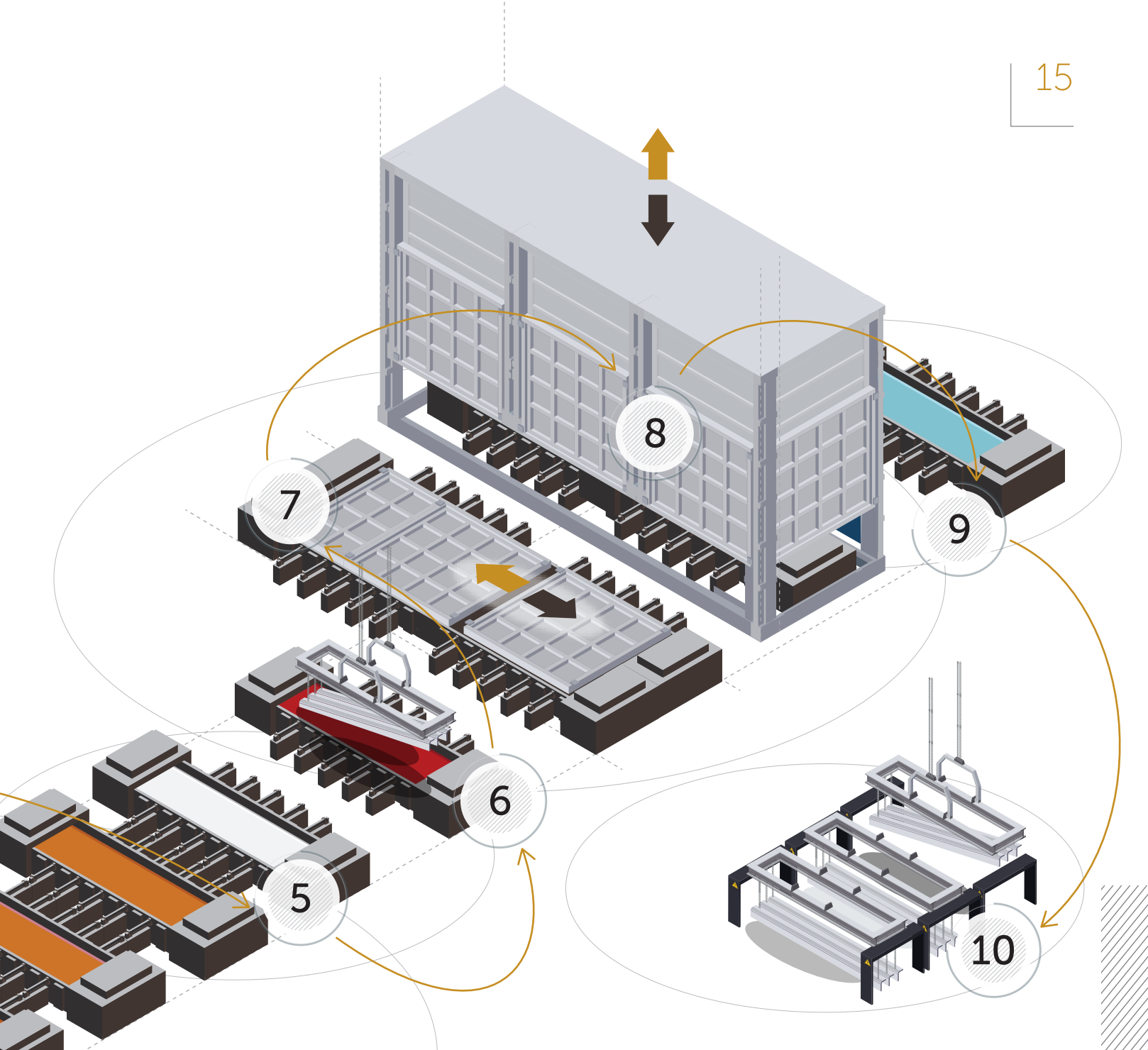
Для того, чтобы получить качественное и сплошное цинковое покрытие, отвечающее существующим нормам и стандартам,

необходимо произвести тщательную подготовку поверхности цинкуемого металла. Для этой цели на современных заводах горячего цинкования используют, как правило, линии химической подготовки поверхности, состоящие из ряда ванн, заполненных определенными химическими растворами, в которые последовательно опускаются металлоконструкции.

На рисунке 6 схематически изображена стандартная линия горячего цинкования, обеспечивающая выполнение следующих основных технологических операций.

рисунок 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ЦИНКОВАНИЯ





7

СУШКА

Металлоконструкция помещается в сушильную камеру, где происходит высушивание флюса и нагрев металла до температуры 100 - 120°C.

8

ЦИНКОВАНИЕ

Окунание конструкции в расплав цинка. При извлечении конструкции избыток цинка стекает обратно в ванну с расплавом. Для беспрепятственного стока цинка большинство металлоконструкций должно иметь специально подготовленные технологические отверстия. При их отсутствии возможность цинкования исключается.

9

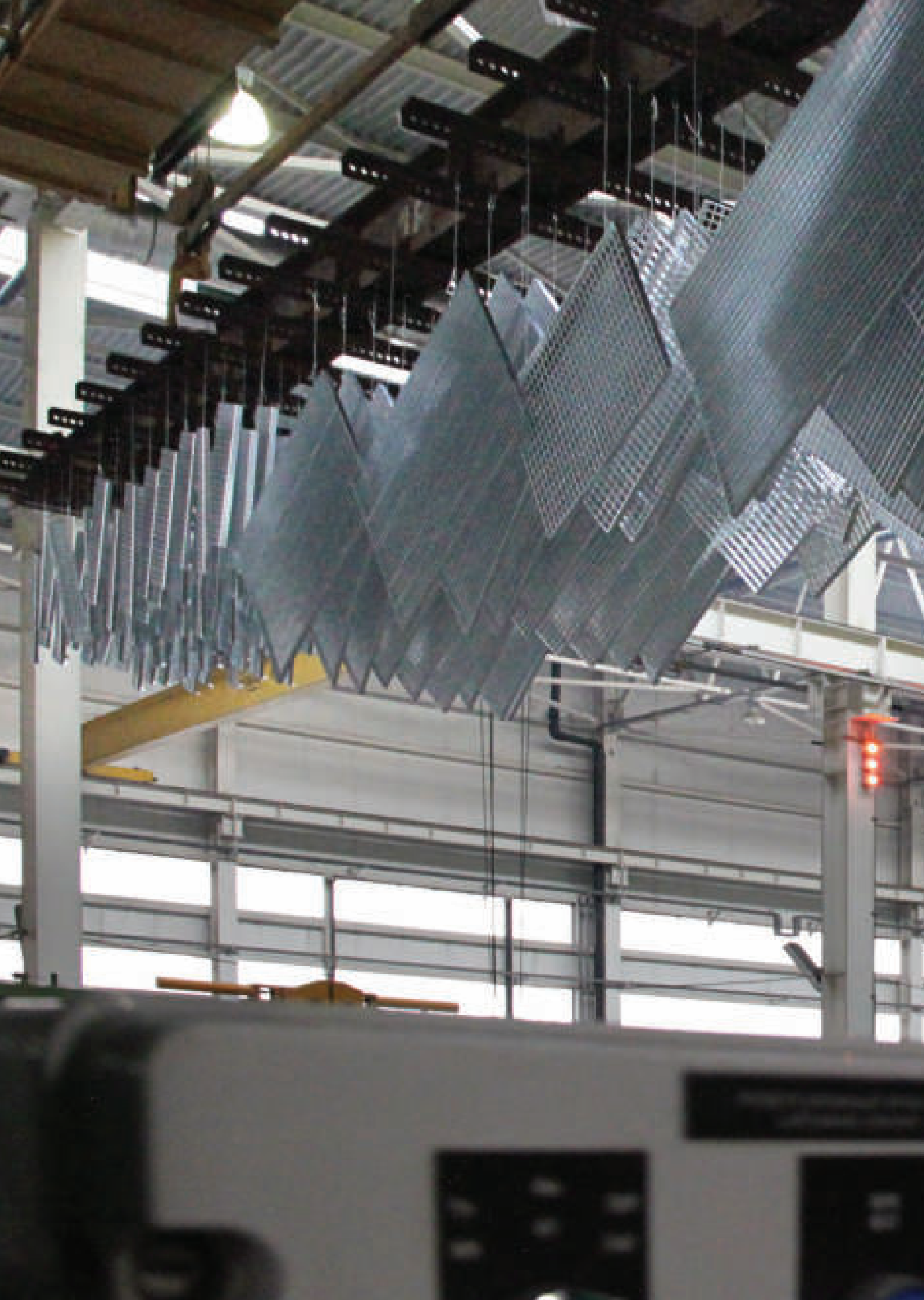
ОХЛАЖДЕНИЕ

Конструкция, извлеченная из ванны цинкования, имеет температуру, близкую 450°C. Ее охлаждение до температуры окружающей среды происходит либо в ванне с чистой водой, либо на открытом воздухе.

10

СНЯТИЕ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ С ТРАВЕРСЫ

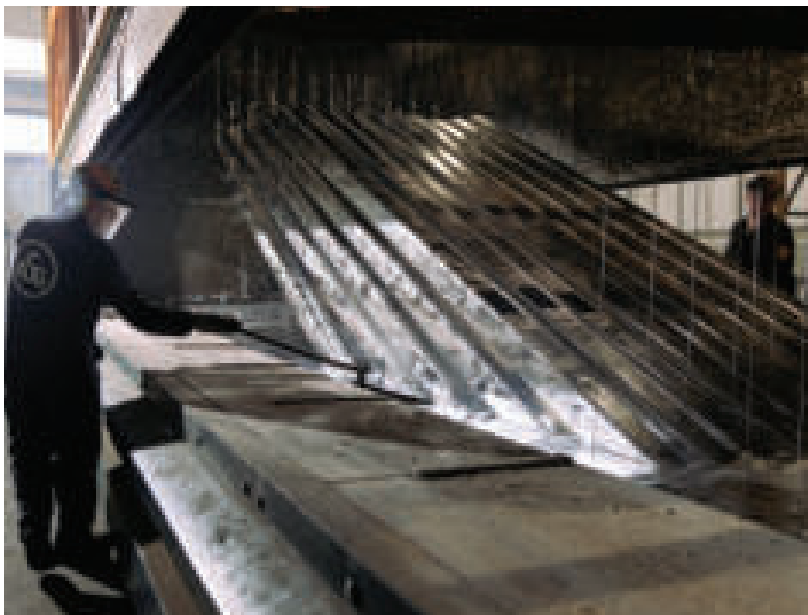
Оцинкованная продукция снимается с траверсы, если необходимо пакетируется и вывозится на склад.





ЦИНКОВАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Цинковальное производство «АГРИСОВГАЗ» является старейшим в России и в настоящее время содержит три современные линии горячего цинкования, оснащенные высокотехнологичным зарубежным оборудованием. Технологическая линейка горячего цинкования Калужской области представлена двумя агрегатами итальянской фирмы BISOL.



ЛИНИЯ ДЛЯ ЦИНКОВАНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДЛИНОЙ ДО 12,5 МЕТРА.

Размеры ванн: длина – 13 м; ширина – 1,3 м; глубина – 3 м.
Производительность – 36 000 тонн в год.
Линия позволяет цинковать конструкции с габаритными размерами 12,5 x 1,2 x 2,8 м.

Линия для цинкования металлоконструкций длиной до 8,8 м.
Размеры ванн: длина – 9 м; ширина – 1,8 м; глубина – 3,2 м.
Производительность до 40 000 тонн в год.
Возможно цинкование конструкций с габаритными размерами 8,8 x 1,7 x 3,0 м.



ТРЕТИЙ ЗАВОД ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ – САМЫЙ КРУПНЫЙ И СОВРЕМЕННЫЙ ЗАВОД ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ В РОССИИ — расположен в индустриальном парке «Фёдоровское» Ленинградской области.



ЛИНИЯ ДЛЯ ЦИНКОВАНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДЛИНОЙ ДО 12,5 МЕТРА.

Это полностью автоматизированная линия капсульного типа итальянской фирмы GIMECO:

Размеры ванн: длина – 13 м, ширина – 1,8 м, глубина – 3,2 м.
Производительность более 55 000 тонн в год. Линия позволяет цинковать конструкции с габаритными размерами 12,5 x 1,7 x 3,0 м.

Оборудование заводов горячего цинкования позволяет цинковать уникальные конструкции весом до 8 тонн после соответствующей технологической проработки заказа.

Перед погружением изделий в расплав цинка производится тщательная химическая подготовка поверхности металла на оборудовании и по технологии итальянских фирм BISOL и GIMECO, включающей процессы обезжиривания, травления, промывки, флюсования и сушки, что гарантирует высочайшее качество нанесения покрытия.

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Горячему цинкованию подвергаются изделия, изготовленные из низкоуглеродистой стали и сталей по ГОСТ 380, ГОСТ 1050, ГОСТ 19281, ГОСТ 27772 и их аналогов, [таблица 2](#), а также отливки из стали, серого или ковкого чугуна.

**таблица 2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СТАЛИ
ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ**

	ГОСТ 380	ГОСТ 1050	ГОСТ 27772	ГОСТ 19281
1	Ст0	Ст05кп	C235	09Г2С
2	Ст1кп	Ст08кп	C245	11Г1С
3	Ст1пс	Ст08пс	C255	17ГС
4	Ст1сп	Ст08	C275	
5	Ст2кп	Ст10кп	C285	
6	Ст2пс	Ст10пс	C345К	
7	Ст2сп	Ст10		
8	Ст3кп	Ст11кп		
9	Ст3пс	Ст15кп		
10	Ст3сп	Ст15пс		
11	Ст3Гпс	Ст18кп		
12	Ст3Гсп	Ст20кп		
13	Ст4кп	Ст20пс		
14	Ст4пс	Ст20		
15		Ст25		
	А	В	С	Д

НО, КАК ПРАВИЛО, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ СТАЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ И КАЧЕСТВА ДАЮТСЯ ТОЛЬКО ПО СОДЕРЖАНИЮ КРЕМНИЯ И ФОСФОРА, БЕЗ ПРИВЯЗКИ К КОНКРЕТНОЙ МАРКЕ СТАЛИ.

ОСНОВНЫМ ПРАВИЛОМ КЛИЕНТА ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ:

«Покупать сталь с регламентированным содержанием кремния и фосфора; каждая приобретенная партия стальной продукции должна сопровождаться сертификатом, в котором указан химический состав стали по ковшовой пробе».

При работе с дилерами стальной продукции необходимо настаивать на достоверных документах; работать только с проверенными поставщиками и не покупать случайный металл. Только в этом случае у вас не будет существенных проблем с качеством оцинковки.

Допускается также цинкование некоторых литейных сталей, отвечающих по химическому составу по углероду и кремнию вышеперечисленным требованиям, а также некоторых сортов чугуна. Однако в этих случаях рекомендуется пробное цинкование и согласование качества покрытия между заказчиком и оцинковщиком. Особенно это касается чугунных изделий, которые расцинковать и повторно оцинковать невозможно. Кроме того, для чугунных изделий рекомендуется предварительная песко- или дробеструйная обработка для удаления пригара и формовочной смеси.

Хотя легированные стали относятся к разряду нецинкуемых, присутствие в малоуглеродистых сталях легирующих элементов в небольших количествах может не сказаться серьезно на качестве цинкования, и в этом случае уместно также пробное цинкование и согласование качества покрытия с заказчиком, поскольку покрытие детали (изделия) цинком решает в первую очередь задачу защиты от коррозии и лишь во вторую очередь эстетических функций.









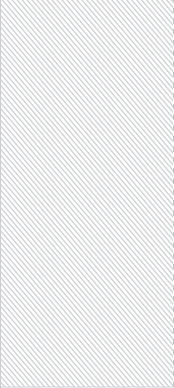







ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Зависимость толщины и внешнего вида покрытия от содержания в стали кремния и фосфора представлена в [таблице 3](#).

таблица 3.

	Кремний (Si), %	Фосфор (P), %	Реактивность стали	Толщина покрытия	Особенности внешнего вида покрытия	Внешний вид покрытия (пример)
1	0–0,035	0,025	Нормальная, иногда низкая	До 80 мкм	Блестящее покрытие с дендритным рисунком и обычной структурой	
2	0–0,04	0,025–0,035	Нормальная	60–120 мкм, локально до 500 мкм	Шероховатая поверхность с локальными утолщениями	
3	0–0,04	>0,035	Высокая, особенно когда высокий P	150–300 мкм с участками до 1000 мкм	Выраженные дефекты покрытия («кора дерева»), склонность к шелушению	
4	0,04–0,135	<0,01	Умеренно увеличивается с увеличением Si		Локальные дефекты в виде темных участков и ячеистого рисунка	
	A	B	C	D	E	F

	Кремний (Si), %	Фосфор (P), %	Реактивность стали	Толщина покрытия	Особенности внешнего вида покрытия	Внешний вид покрытия (пример)
5	0,04–0,135	>0,01	Высокая		Хрупкое толстое покрытие, склонное к шелушению	
6	0,135 – 0,2	>0,01	Умеренно увеличивается с увеличением Si	100 – 130 мкм	Матовые или блестящие покрытия, неконтролируемого роста толщины не наблюдается	
7	0,2 -0,35	<0,03	Высокая	120 – 160 мкм	Локальные дефекты в виде темных участков и ячеистого рисунка	
8	0,2 -0,35	>0,03	Высокая	150 – 200 мкм	Преимущественно матовое покрытие с темными участками	
9	>0,35	>0,0	Высокая	>180 мкм	Толстое покрытие, склонность к дефектам и шелушению	
	A	B	C	D	E	F





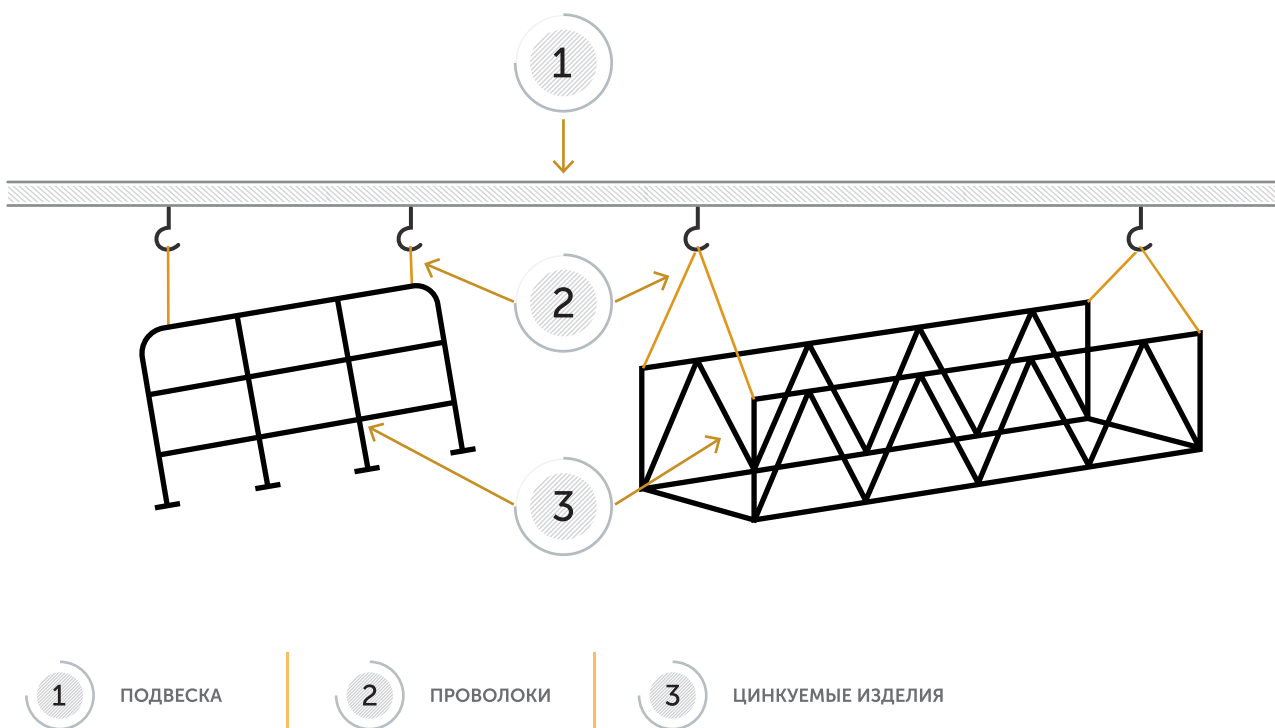
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ИЗДЕЛИЙ, ПОДГОТОВЛЕННЫХ К ГОРЯЧЕМУ ЦИНКОВАНИЮ

К конструкциям, подлежащим нанесению антикоррозионного цинкового покрытия методом горячего цинкования, предъявляются особые требования. Прежде всего, в них не должно быть ни одной части, куда не мог бы войти расплавленный цинк при погружении изделия в ванну и также легко выйти из него при извлечении изделия из ванны.

Крупногабаритные изделия (конструкции) подвешиваются на проволоке и опускаются в ванну под углом, для лучшего стекания цинка по поверхности (рисунок 7). Именно для этого предусматривают технологические отверстия: в самой верхней точке закрепленного на

подвеске изделия (для выхода газов разложения флюса) и в самой нижней точке (для выхода расплавленного цинка), расположенные по диагонали относительно друг друга. Пути стекания цинка по внутренним полостям изделия не должны быть затруднены, т.е. отверстия в местах сочленения деталей между собой должны быть достаточными по размерам. Для уменьшения длины пути выхода цинка рекомендуется делать несколько технологических отверстий. Особое внимание следует обратить на отсутствие карманов или полостей, где мог бы задерживаться цинк при извлечении изделия из расплава.

рисунок 7. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦИНКУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПОДВЕСКЕ

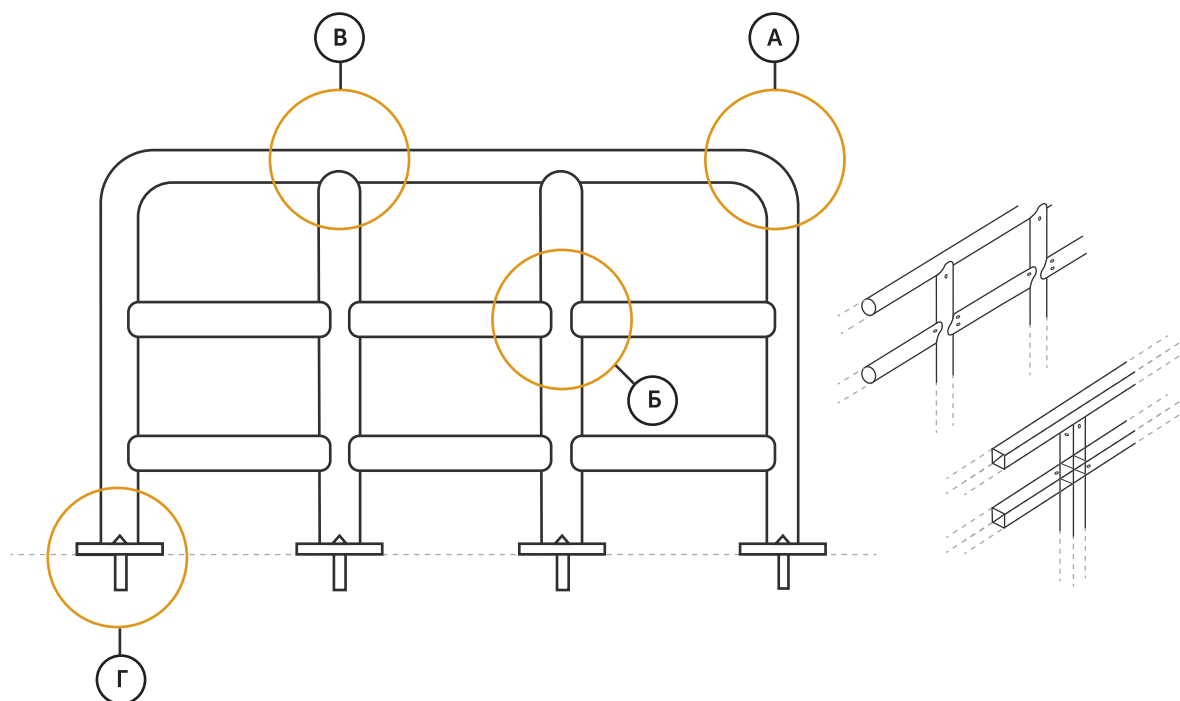


Более подробно данные положения будут рассмотрены на следующих примерах.



ПЕРИЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ (ЗАБОРЫ)

рисунок 8. ТИПОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ.
Узлы, требующие внимания конструктора. Типичная секция перильного ограждения (забора).



Критичным будет конструкторское решение в узлах, обведенных кружками (рисунок 8).



УЗЕЛ **А**

рисунок 9. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В УЗЛЕ «А».
Для выхода газов разложения флюса.

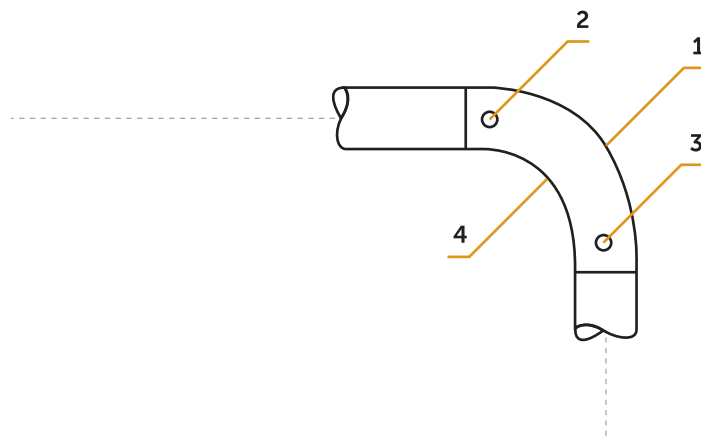


Рисунок 9. Это место, как самая высокая точка изделия, предназначено для выхода газов флюсования. Очевидно, что точка **1** является идеальной для удобства выхода газов, но неприемлема с точки зрения возможности бытового травматизма. Точки **2** и **3** допускают слишком большой объем газового пузыря, остающегося

в погруженном изделии, поэтому неприемлемы. Точка **4** является наиболее оптимальной, но и в этом случае газовый пузырь будет еще достаточно большим, поэтому для уничтожения влияния газового пузыря следует иметь небольшое отверстие (диаметром 4-5 мм) в точке **1**.

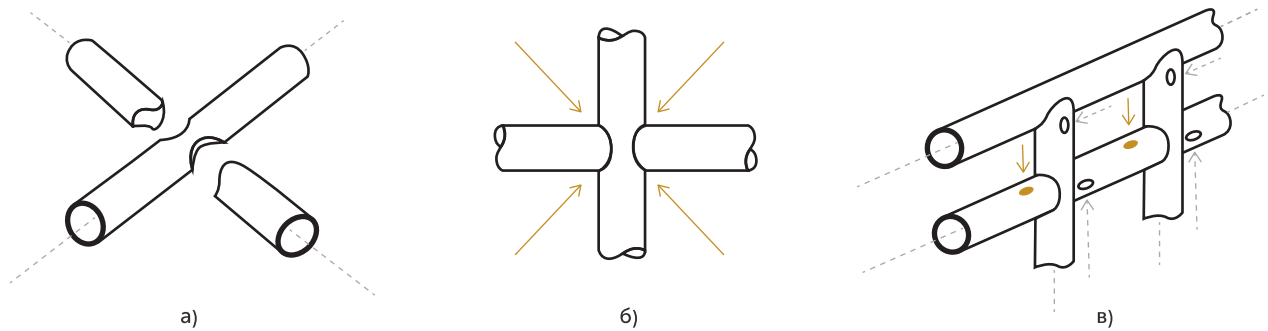
ПЕРИЛЬНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ (ЗАБОРЫ)

УЗЛЫ (Б) и (В)

рисунок 10.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ УЗЛА (Б) и (В).

а) оптимальное решение (диаметр отверстия равен диаметру трубы);
 б) допустимое решение (в горизонтальных трубах созданы отверстия, местоположение которых указано стрелками);
 в) расположение отверстий - не более чем в 10 мм от сварных швов.



УЗЕЛ (Б) рисунок 10

Очевидно, что места соединения горизонтальных труб с вертикальной являются препятствиями для свободного перелива цинка. Могут быть два конструктивных решения:

в вертикальной трубе перед приваркой к ней горизонтальных труб должно быть создано отверстие, равное сечению горизонтальной трубы (рисунок 10 а). Если это отверстие меньше, то горизонтальная труба при извлечении изделия захватит значительное количество цинка, что недопустимо;

на каждой горизонтальной трубе создаются отверстия в местах, указанных на рисунке 10 б).

В этом случае каждая труба рассматривается как отдельное изделие, и к нему применяется общее положение о создании по одному отверстию в самой верхней и в самой нижней точке. Это очень неудобный метод, но он часто возникает, когда оказывается, что изделие, подготовленное к использованию в черном виде или к окрашиванию, решено вдруг оцинковать. Допустимо просверливание трубы насквозь, если это не ослабляет конструкцию.

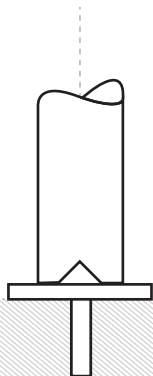
УЗЕЛ (В) рисунок 10

конструируется аналогично узлу (Б), только в данном случае нет ограничений на размер отверстия, оно может быть меньше диаметра вертикальной трубы, поскольку нет опасности задержки цинка в каком-либо заметном количестве.

УЗЕЛ (Г)

рисунок 11.

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ УЗЛА (Г)



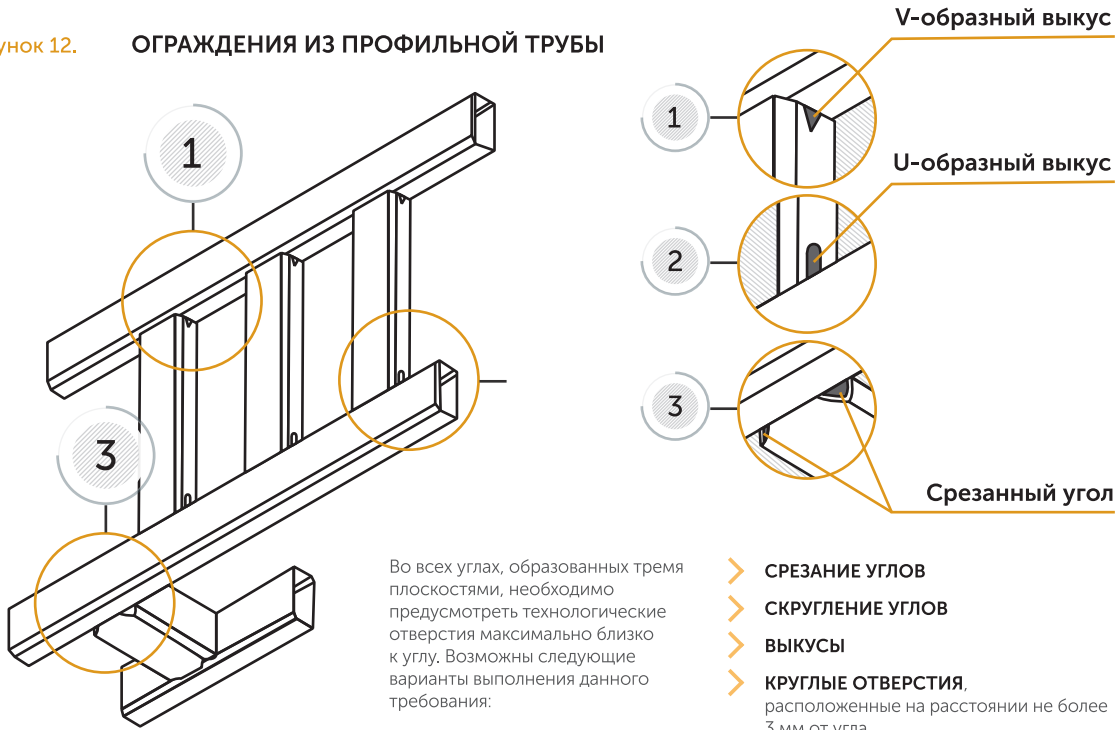
УЗЕЛ (Г) рисунок 11

Решения беспрепятственного удаления цинка могут быть различными. Наиболее удобным может быть решение, показанное на рисунке 11, хотя может быть просверлено отверстие в опорной пластине. Вид технического решения влияет на последующую судьбу изделия — в первом случае внутренняя поверхность изделия будет всегда сухой, что важно при эксплуатации изделия; во втором случае скапливающаяся в углублении вода будет способствовать коррозии.

Из рассмотренного выше очевидно, что у представленного на рисунке 8 изделия должно быть четыре технологических отверстия для слива цинка и, как минимум, одно для выхода газов разложения флюса, если используются сочленения между трубами, как показано на рисунке 10 а). Количество технологических отверстий будет значительно больше, если применяются решения, показанные на рисунке 10 б).

ДЛЯ ОГРАЖДЕНИЙ ИЗ ПРОФИЛЬНОЙ ТРУБЫ АЛЬТЕРНАТИВОЙ ОТВЕРСТИЯМ БУДУТ СРЕЗАННЫЕ УГЛЫ, U-ОБРАЗНЫЕ И V-ОБРАЗНЫЕ ВЫКУСЫ.

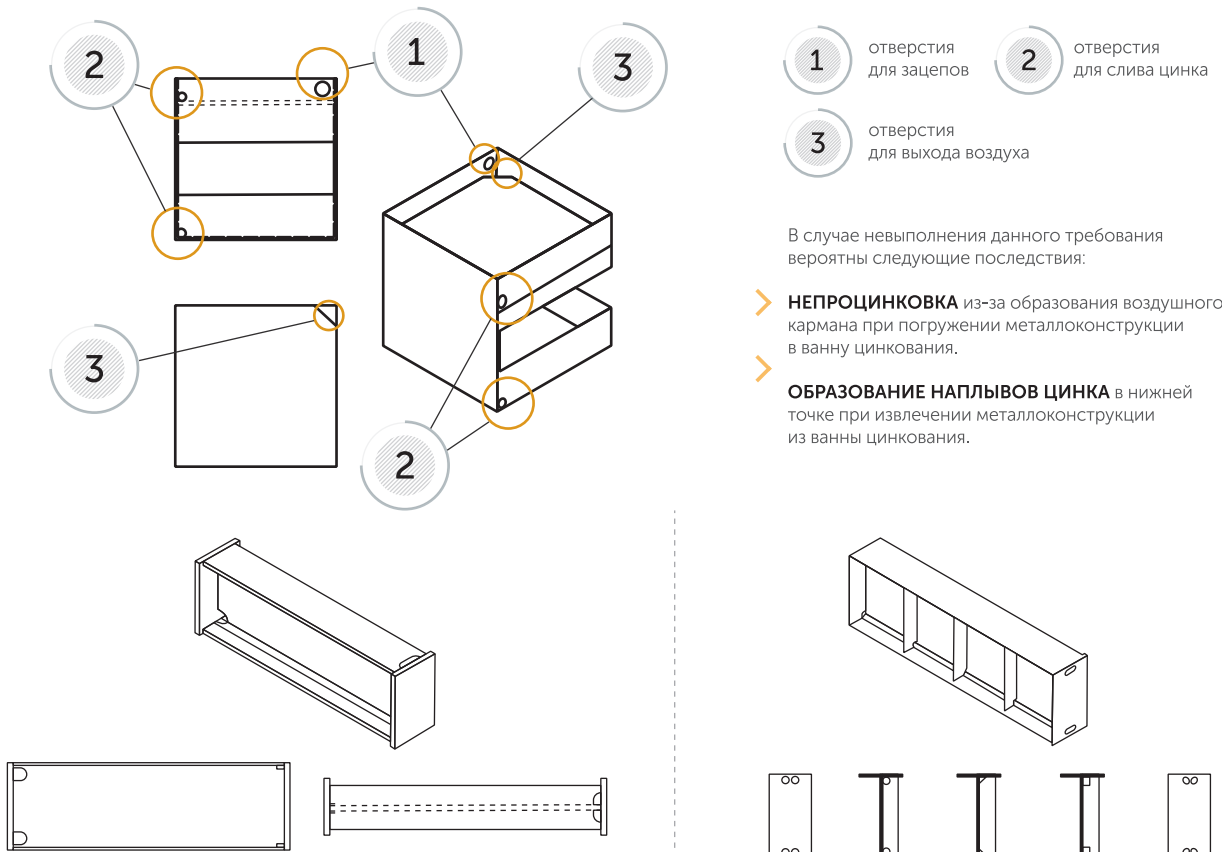
рисунок 12. ОГРАЖДЕНИЯ ИЗ ПРОФИЛЬНОЙ ТРУБЫ



Во всех углах, образованных тремя плоскостями, необходимо предусмотреть технологические отверстия максимально близко к углу. Возможны следующие варианты выполнения данного требования:

- > СРЕЗАНИЕ УГЛОВ
- > СКРУГЛЕНИЕ УГЛОВ
- > ВЫКУСЫ
- > КРУГЛЫЕ ОТВЕРСТИЯ, расположенные на расстоянии не более 3 мм от угла.

рисунок 13.



- 1 отверстия для зацепов
- 2 отверстия для слива цинка
- 3 отверстия для выхода воздуха

В случае невыполнения данного требования вероятны следующие последствия:

- > НЕПРОЦИНКОВКА из-за образования воздушного кармана при погружении металлоконструкции в ванну цинкования.
- > ОБРАЗОВАНИЕ НАПЛЫВОВ ЦИНКА в нижней точке при извлечении металлоконструкции из ванны цинкования.

КОЛОННЫ

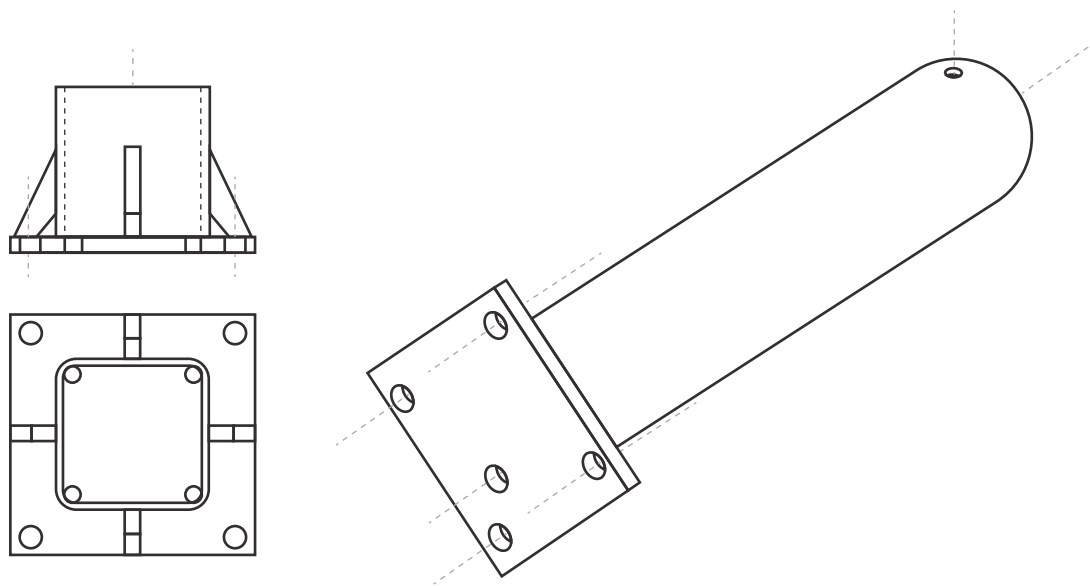
Рассмотрим теперь проблему конструирования изделий типа колонн. Как правило, эти изделия достаточно велики по размерам, и их цинкуют, располагая по длине ванны. Их базы обычно выглядят следующим образом. **Внимание: у ребер срезан прямой угол.**

Делается это потому, что в углах, образуемых тремя плоскостями (если нет технологического отверстия, расположенного близко к углу), будет участок, где флюс испарится раньше, чем туда попадет цинк, и эта область будет оцинкована неудовлетворительно.

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗ КОЛОНН И ОПОР:

- > **ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ УДАЛЕНИЕ** металла на прямом угле ребер
- > **В ГЛУХИХ ТОРЦЕВЫХ ПЛАСТИНАХ** полых опор необходимо выполнить дренажное отверстие максимально близко к стенке трубы, приваренной к основанию. При этом отверстие должно располагаться с противоположной стороны от отверстия для подвеса.

рисунок 14.

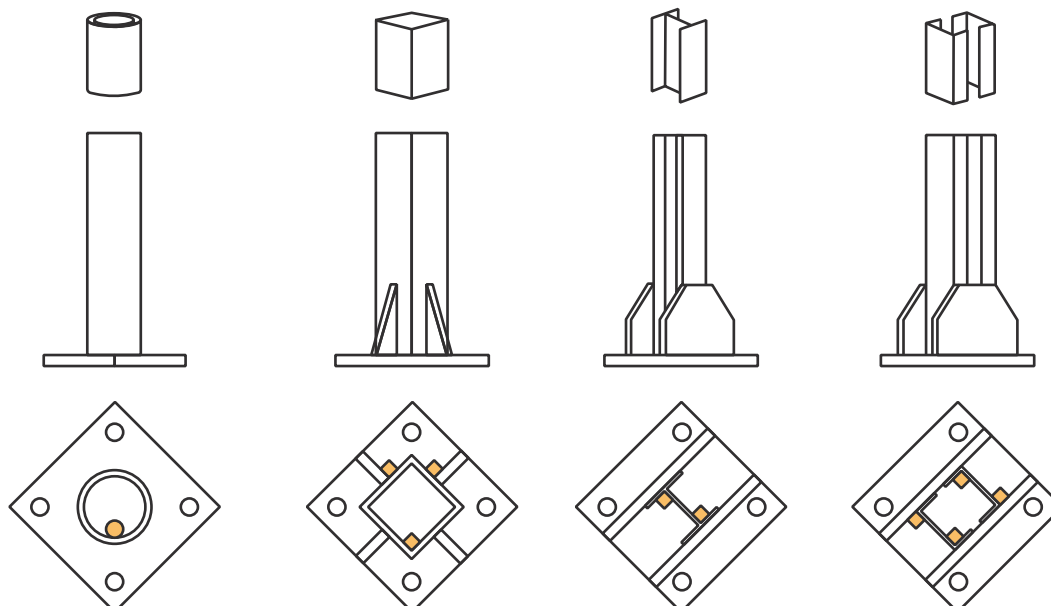


Не допускается выполнять отверстие в центре торцевой пластины, поскольку это приведет к застыванию остаточного цинка внутри конструкции и образованию подтеков цинка (рисунок 14 и 15).



рисунок 15.

● ■ - примеры выполнения технологических отверстий

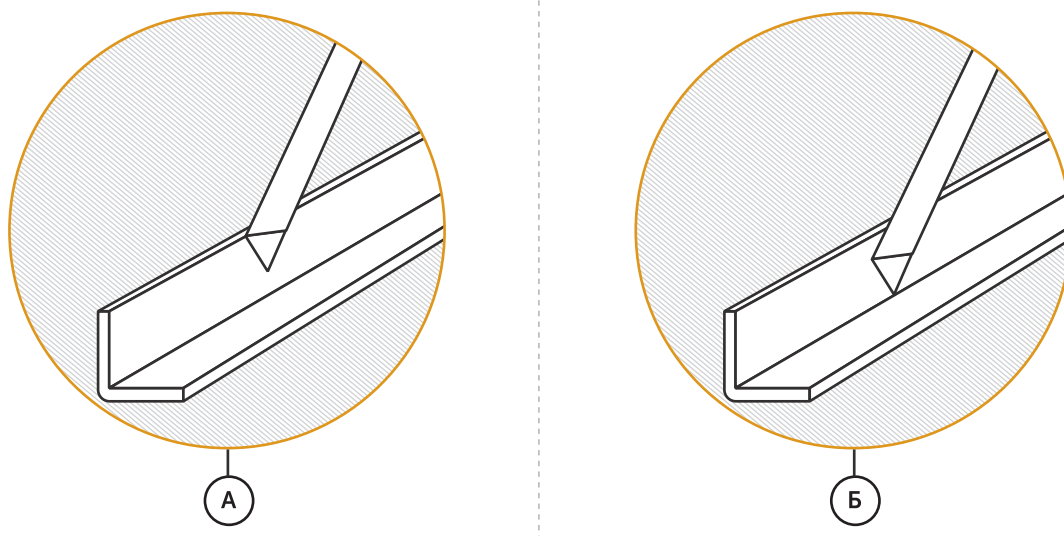


ФЕРМЫ

При изготовлении ферм из открытых профилей (уголки, швеллеры, двутавры) необходимо учитывать требования, показанные на [рисунке 16](#) – приваривать элементы решетки к поясам фермы

необходимо с некоторым зазором, чтобы не было препятствий стеканию цинка по плоскости пояса.

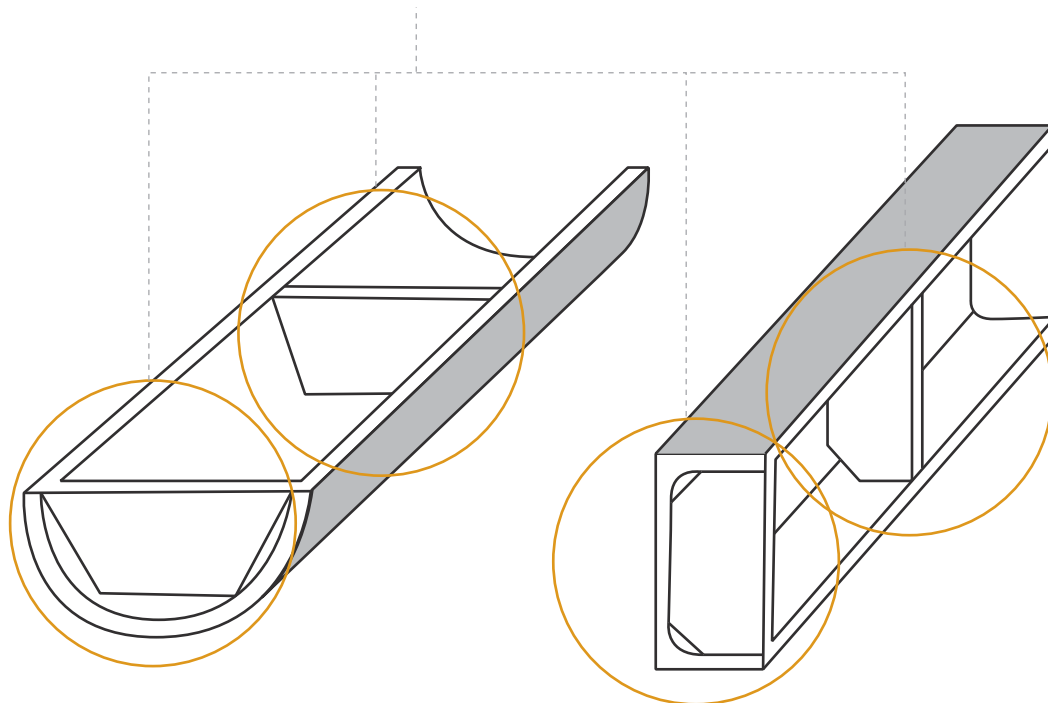
рисунк 16. ПРАВИЛЬНАЯ (А) И НЕПРАВИЛЬНАЯ (Б) ПРИВАРКА ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕТКИ



рисунк 17. РЕБРА ЖЕСТКОСТИ В КОНСТРУКЦИИ

Часто в металлоконструкциях ставятся усиливающие ребра. Их конструкцию необходимо предусматривать такой, чтобы

при извлечении изделия из ванны они не препятствовали стеканию цинка ([рисунк 17](#)).

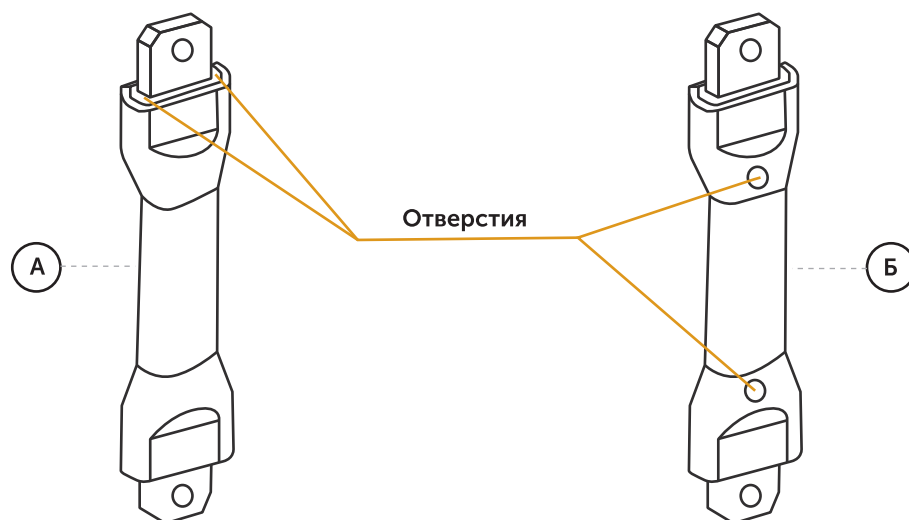


ТЯГИ

Их обычно изготавливают путем расплющивания концов труб, вставки крепежной части и обварки. В тягах, подготавливаемых для горячего цинкования, размер трубы в расплющенной части должен превышать ширину крепежной части, как минимум, на 1,5-2 см, чтобы после обварки с каждой стороны тяги были отверстия, что видно из [рисунка 18 а](#)). На [рисунке 18 б](#)) дано другое решение проблемы, а именно, в самой нижней и самой верхней точке тяги сверлится по отверстию.

При использовании второго решения необходимо обязательно учитывать возможность ослабления конструкции и концентрации напряжений вблизи создаваемых отверстий.

рисунок 18. СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ЦИНКОВАНИИ ТЯГ:
а) оптимальное решение
б) допустимое решение



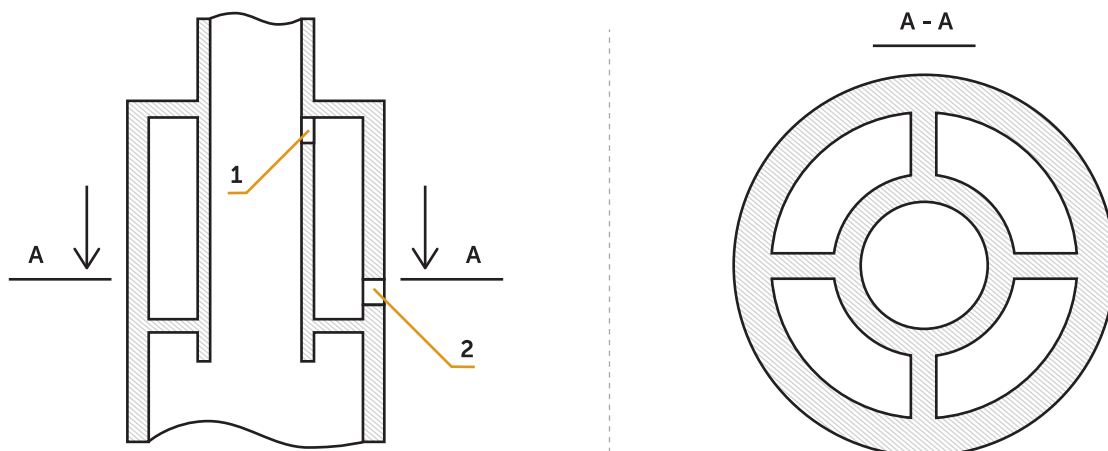
ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ОПОРЫ

Данная продукция изготавливается из труб различных диаметров (двух или более). Узел соединения труб изображен на [рисунке 19](#). Для соединения труб между собой часто используют два кольца - одно (распорное) с внешним диаметром, равным внутреннему диаметру большей трубы, другое - с внешним диаметром, равным внешнему диаметру трубы, а внутренние диаметры колец равны наружному диаметру меньшей трубы. После сборки и сварки между трубами образуется замкнутый (или закрытый с одного конца) объем, который

необходимо снабдить технологическими отверстиями в точках 1 и 2. Отверстия 2 можно избежать, если использовать не распорное кольцо, а, например, четыре ребра, как показано на другой проекции этого рисунка.

В изделии, подготовленном для горячего цинкования, в точке соединения труб разного диаметра должна быть технологическая петля, за которую также производят подвешивание; в противном случае возможна деформация изделия.

рисунок 19. СПОСОБ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА В СТОЛБАХ ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ

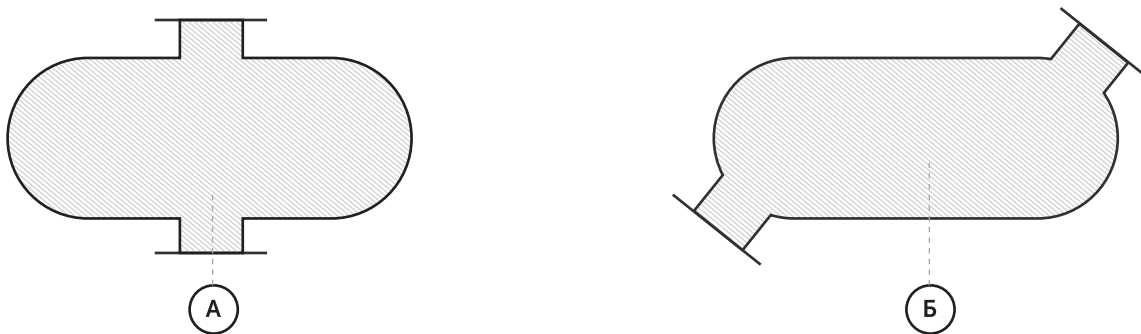


РЕЗЕРВУАРЫ

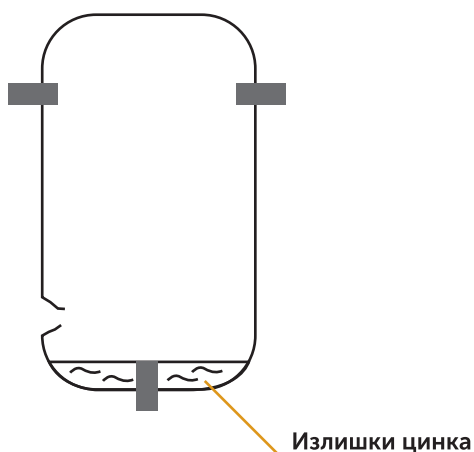
При цинковании резервуаров (рисунок 20) необходимо, чтобы сливные штуцера находились на плоскости погружения, и чтобы размеры резервуара при таком их расположении не превышали

ширины ванны, и при этом не образовывался воздушный пузырь. Как правило, резервуары общепринятой конструкции этим требованиям не соответствуют (рисунок 20 а).

рисунок 20. **ВОЗМОЖНОСТЬ ЦИНКОВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ:**
 а) обычное расположение штуцеров: цинкование невозможно;
 б) оптимальное расположение штуцеров: цинкование возможно.



НЕПРАВИЛЬНО



ПРАВИЛЬНО



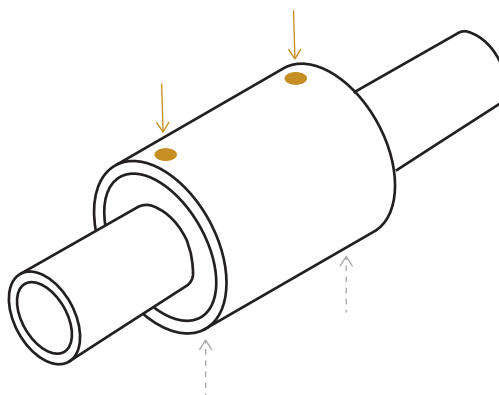
ТИП «ТРУБА В ТРУБЕ»

К резервуарам можно отнести и изделия, аналогичные изображенным на рисунке 21. Пространство между двумя трубами разного диаметра необходимо снабдить отверстиями для выхода цинка и газов разложения флюса в соответствии с вышеизложенным.

Кроме того, необходимо учитывать, чтобы расстояние между стенками труб разного диаметра было не менее 5 мм, чтобы это пространство эффективно процинковалось.

рисунок 21. **ЦИНКОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»**

---> Стрелками указаны места расположения технологических отверстий.
 —>







СВАРКА И ЦИНКОВАНИЕ

СВАРКА является наиболее часто применяемым способом соединения деталей, подлежащих горячему цинкованию.

ПРИ ЗАЩИТЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ методом горячего цинкования необходимо учитывать особенности технологии сварки на стадии проектирования конструкций.

СВАРНЫЕ ШВЫ должны быть равномерными, плотными и сплошными по всей длине, зачищенными от шлака и не иметь зазоров. Не допускаются поры, свищи, трещины, шлаковые включения, наплавные сопряжения сварных швов.

СТЫКОВЫЕ ШВЫ элементов конструкций должны быть выполнены двусторонними либо односторонними швами с полным проваром.

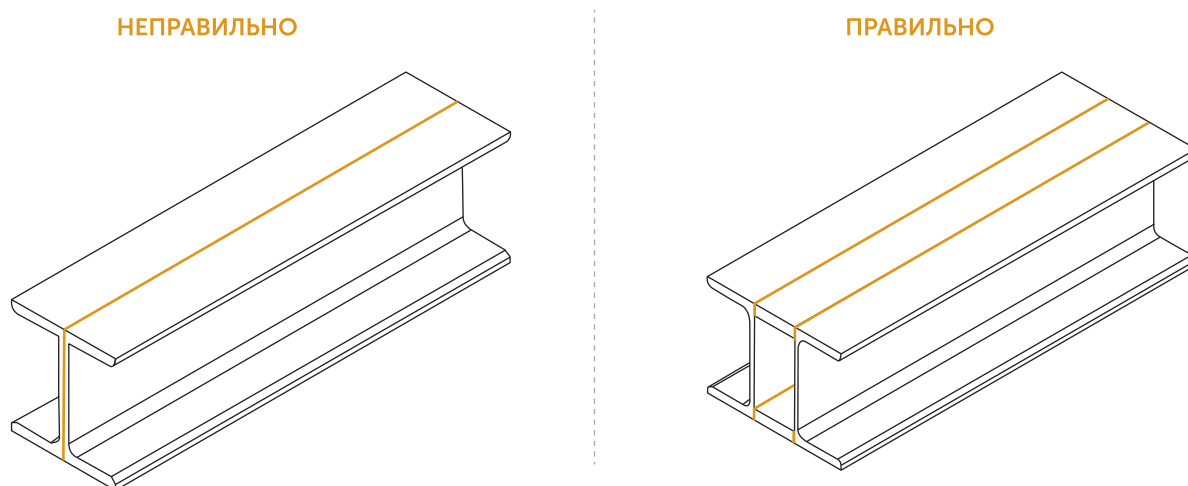
СВАРКУ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ следует производить встык либо двусторонними швами, либо односторонним швом с проваркой.

СВАРОЧНЫЕ ШВЫ должны быть равномерными, сплошными и плотными (без пор и газовых пузырьков). Удаление сварочного шлака обязательно.

РАССТОЯНИЕ между параллельными прямыми должно быть не менее 4 мм. Качественное цинкование возможно при соединении двух элементов посредством вставок между ними.

ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ второго решения необходимо обязательно учитывать возможность ослабления конструкции и концентрации напряжений вблизи создаваемых отверстий.

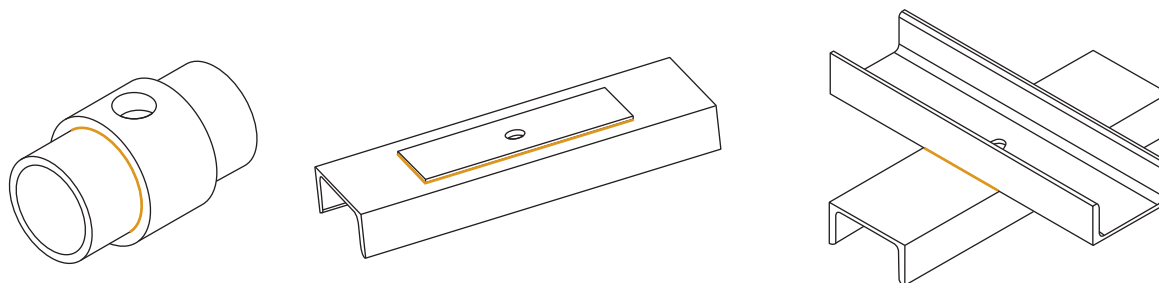
рисунок 22.



Сварные швы нахлесточных соединений рекомендуется выполнять прерывистым швом при условии гарантированного зазора не менее 4 мм между элементами.

В нахлесточном соединении, выполненном сплошным замкнутым швом, должны быть обеспечены: гарантированный зазор между элементами (не менее 4 мм) и технологические отверстия для выхода газов и жидкостей (диаметром не менее 10 мм на каждые 100 см² площади участка перекрытия поверхностей).

рисунок 23.



Содержание кремния и фосфора как в стали металлоконструкции, так и в присадочном электроде влияет на толщину и качество будущего цинкового покрытия. Если шов содержит много кремния, то даже будучи зачищенным заподлицо перед цинкованием, он может выступать относительно основного металла после нанесения цинкового покрытия. Высокое содержание кремния ухудшает внешний вид изделия и может привести к отслаиванию покрытия в месте шва.

ПОВОДКА И РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЯЧЕМ ЦИНКОВАНИИ

На стадии изготовления изделия при завершающих технологических операциях (холодная штамповка, сварка, кислородная резка, пробивка отверстий и т. п.) возникают внутренние напряжения. При горячем цинковании изделий различной толщины возможна их деформация, вплоть до разрушения, так как во время процесса цинкования при погружении в расплав с температурой 440°C–460°C напряжения в основном металле снимаются. Величина деформации зависит от уровня и распределения внутренних напряжений.

Внутренние остаточные напряжения, возникающие при изготовлении, могут превышать предел прочности стали, из которой изготовлено изделие, и привести к образованию трещин и разрушению.

Риск образования трещин присутствует при горячем цинковании закаленных и/или высокопрочных сталей (предел текучести более 650 МПа). Высокий уровень внутренних напряжений в изделии может увеличить риск образования трещин.

Для исключения деформаций изделия и разрушения сварных швов должны быть предусмотрены специальные конструктивные решения и дополнительные мероприятия, учитывающие специфику горячего цинкования.

1

Последовательность операций при сварке, тип швов, их расположение и способ сварки должны предотвращать образование внутренних и термических напряжений:

- При сварке элементов конструкции использовать технику одновременного наложения симметричных швов или последовательную многоточечную сварку, чтобы минимизировать возникающие напряжения
- Количество и размер сварных швов должны быть сведены к минимуму, чтобы уменьшить уровень термических напряжений
- Имеет значение выбор подходящей формы сварного шва. Например, X-образный шов по сравнению с V-образным требует вдвое меньшего количества наплавленного металла при одинаковой толщине листа и соответственно меньшее количество тепла. Однако при этом требуется больше времени на подготовку кромок. Рекомендуется принимать угол разделки шва не более 60°
- При длинных швах сварку надо вести от середины шва к его концам возвратно-поступательными движениями
- В процессе сварки необходимо поддерживать минимальную и равномерную ширину сварного шва; не допускать пережога металла; обеспечивать минимальную высоту шва; основательно проваривать шов; соблюдать постоянство зазора между свариваемыми деталями
- Для уменьшения остаточных напряжений сварной шов должен иметь возможность беспрепятственной усадки. Это относится и к зонам термического влияния сварного шва, как в продольном, так и в поперечном сечении
- Для окончательного выбора последовательности операций при сварке проводят пробное цинкование образцов металлоконструкций, желательно применять электроды с легкоудаляемым шлаком

2

Листовые детали с большой поверхностью следует обеспечивать ребрами жесткости, придающими изделию повышенную жесткость и снижающими опасность коробления (ребра жесткости располагают симметрично и приваривают прерывистым швом).

3

Не рекомендуется использовать в конструкциях прокат различной толщины (более чем в два раза), а также стали с различным химическим составом; узлы, выполненные из деталей разной толщины, рекомендуется изготавливать разборными.

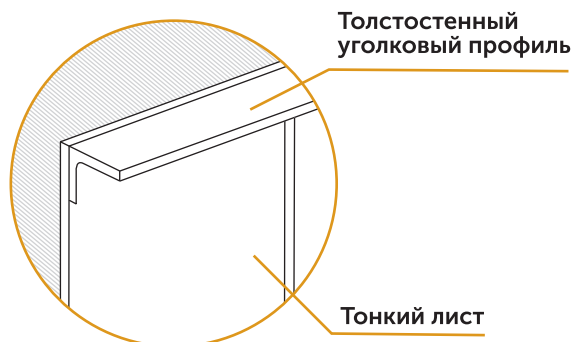


рисунок 24.

4

При сборке угловых соединений для сварки недопустимо натягивание одной из деталей. перед сваркой рекомендуется закрепить деталь, а затем выполнять сварку непрерывным швом.

5

В конструкциях толщиной более 6 мм не рекомендуются: отверстия, сформированные холодной пробивкой; борозды (проточки); закругления малого радиуса.

Отверстия, сформированные холодной пробивкой, борозды (проточки) и закругления малого радиуса являются концентраторами напряжений, что способствует появлению трещин после горячего цинкования.

ПОВОДКА И РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛА ПРИ ГОРЯЧЕМ ЦИНКОВАНИИ

6

Изделия, по возможности, должны быть симметричными.

Несимметричные, а также длинномерные конструкции, профили или детали, собранные из конструктивных элементов с различной толщиной стенок, с неснятыми остаточными и термическими напряжениями от сварки, прокатки и пр. могут привести к возникновению внутренних напряжений, вызывающих коробление конструкции, и не желательны для горячего цинкования. Отдельные профили и элементы составных сечений следует располагать симметрично по отношению к главной оси. Если это невозможно, то сборку конструктивных элементов различной толщины с несимметричными профилями целесообразно производить после цинкования. Рекомендуется применять в конструкциях двутавры, трубы и другие симметричные профили, как менее склонные к короблению.

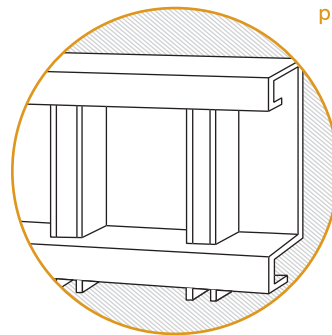


рисунок 25.

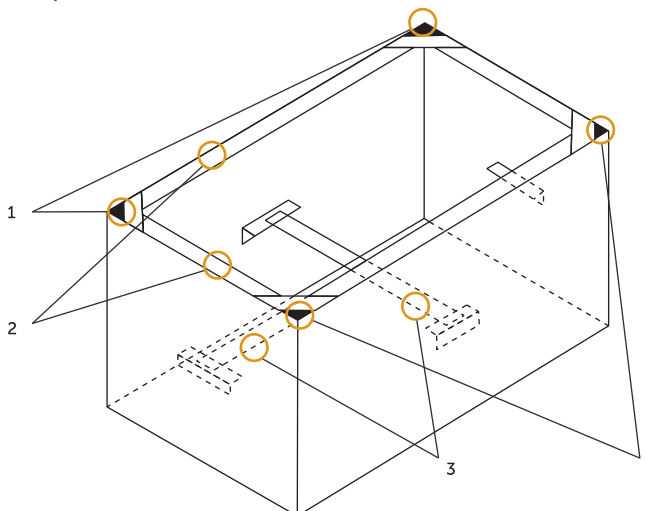
7

Металлоконструкции, изготовленные с применением нескольких процессов, связанных с формообразованием (гибка, пробивка, сварка, прокатка), перед травлением и цинкованием должны подвергаться отпуску с целью снятия напряжений.

8

Для минимизации деформаций внутри металлоконструкций рекомендуется использовать растяжки (растяжки рекомендуется конструировать толщиной, близкой к толщине стенки конструкции); при наличии дополнительных усилений по краю изделия, в углах, могут быть предусмотрены отверстия.

рисунок 26.



1. отверстия
2. элементы усиления
3. растяжки

Для минимизации деформаций в открытых резервуарах (коробах) внутри изделия рекомендуется предусматривать растяжки, а при наличии усиления по кромкам изделия - отверстия в углах.

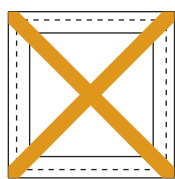
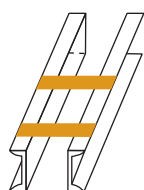
Растяжки рекомендуется выполнять толщиной, близкой к толщине стенки изделия.

9

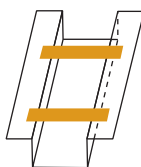
При сборке угловых соединений для сварки недопустимо натягивание одной из деталей. Перед сваркой рекомендуется закрепить деталь, а затем выполнять сварку непрерывным швом.

рисунок 27.

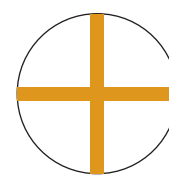
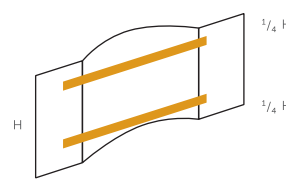
■ - Скобы



Рамка из угловых профилей



Жёлоб



Цилиндрический профиль

10

Старайтесь использовать горячекатаный, а не холоднокатаный прокат, из-за более низкого уровня внутренних напряжений.

11

Правильно расположенные дренажные отверстия соответствующего размера позволят погрузить конструкцию максимально быстро, что сведёт к минимуму возникающие термические напряжения.



Требования к минимальным размерам технологических отверстий для выхода газов и стекания цинка представлены в [таблицах 4, 5](#).



таблица 4. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ И МИНИМАЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ на концах изделий длиной менее 6 м.

	Тип трубы			Число и размер отверстий		
	○	□	▤	1	2	4
1	15	15	20x10	8		
2	20	20	30x15	10		
3	30	30	40x20	12	10	
4	40	40	50x30	14	12	
5	50	50	60x40	16	12	10
6	60	60	80x40	20	12	10
7	80	80	100x60	20	16	12
8	100	100	120x80	25	20	12
9	120	120	160x80	30	25	20
10	160	160	200x120	40	25	20
11	200	200	200x140	60	30	25
	A	B	C	D	E	F

таблица 5. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ ТРУБ И МИНИМАЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВОМ ОТВЕРСТИЙ В ЗАГЛУШКАХ на концах изделий длиной более 6 м.

1	Диаметр, мм	50-60	60-76	89	102-114	127-152	165	219	245	273	324	355	
2	Размер профиля, мм	50x30	80x40	80x80	90x90	160x80	200x100	180x180	200x200	300x200	400x200	300x300	
3		60x40	70x70	120x60	120x80	120x120	150x150	205x150	220x220	250x250		450x250	
4		50x50	100x50		100x100	150x100				340x200			
5		60x60	76x76			140x140							
6	Длина, м	Размеры отверстий, мм											
7	7	16 (2x12)	16 (2x12)	20 (2x16)	20 (2x16)	25 (2x20)	25 (2x20)	50 (2x30)	50 (2x40)	50 (2x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	
8	8	16 (2x12)	16 (2x12)	20 (2x16)	25 (2x20)	25 (2x20)	2x25 (3x20)	50 (2x30)	50 (2x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	
9	9	16 (2x12)	16 (2x12)	25 (2x20)	25 (2x20)	2x25 (3x20)	2x25 (3x20)	50 (2x30)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	
10	10+	20 (2x16)	20 (2x16)	25 (2x20)	25 (2x20)	2x25 (3x20)	2x25 (3x20)	50 (2x30)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	2x50 (3x40)	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

Примечание: размеры отверстий, указанные выше, могут быть заменены большим количеством меньших отверстий (минимум 10 мм для выхода газов и 12 мм для слива цинка).

ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПЕРЕД ЦИНКОВАНИЕМ

- 1 На поверхности основного металла изделий не допускаются: трещины, плены, вздутия, расслоения, брызги металла, закатанная окалина, заусенцы, наплывы, завороты кромки, поры, включения, сварочные шлаки, остатки формовочной массы, графита, а также наличие лакокрасочного покрытия.
- 2 На поверхности основного металла изделий не рекомендуется оставлять остатки смазки, металлической стружки, маркировочной краски, бумажных ярлыков, клея от маркировки, консервационных материалов, смазочно-охлаждающих жидкостей с силиконовыми маслами и следы средства, использованного для защиты от сварочных брызг.
- 3 На поверхности литых изделий не должно быть пор и усадочных раковин.
- 4 Поверхность изделия после газовой, лазерной или плазменной резки должна быть очищена от брызг и наплывов, а острые кромки должны быть притуплены, для обеспечения гарантированной толщины покрытия и прочности его сцепления с основным металлом. Не допускается попадание вырезанных фрагментов внутрь полых профилей.
- 5 На поверхности изделия допускаются отдельные вмятины, риски, следы зачистки и другие дефекты, обусловленные способом производства.
- 6 Если конструктивное решение и/или используемые марки стали не позволяют получить покрытие в заданном диапазоне толщин изменением параметров процесса оцинкования, то поверхности изделий могут быть подвергнуты дробеструйной обработке для обеспечения возможности увеличения толщины цинкового покрытия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ, ПОДЛЕЖАЩИМ ГОРЯЧЕМУ ЦИНКОВАНИЮ

- 1 Металлические конструкции (изделия) следует поставлять партиями. Партия должна иметь бирку или маркировку, которая должна содержать: наименование (шифр) изделия, марку стали, количество, общий вес изделий.
- 2 Предельно допустимая масса и габаритные размеры изделий, подлежащих горячему цинкованию, должны соответствовать размерам ванн травления и цинкования предприятия, оказывающего услуги горячего цинкования.
- 3 Изделия с болтовыми соединениями должны быть в разобранном виде.
- 4 Острые углы и кромки изделий, за исключением технически обоснованных случаев, должны быть скруглены радиусом не менее 0,3 мм.
- 5 При цинковании изделий, полученных с применением гибки, следует использовать как можно больший радиус. Рекомендуется при холодной деформации металла использовать радиус гибки не менее трех толщин материала. Если требуется меньший радиус, гибка должна быть горячей.
- 6 Расстояние между параллельными поверхностями в изделии должно быть не менее 4 мм. При расстояниях менее 4 мм возможна непроцинковка и щелевая коррозия в период эксплуатации.
- 7 Полые изделия, изделия с большой протяженностью сварных швов, изделия сложной формы и изделия из разного типа проката следует подвергать пробному цинкованию.
- 8 На сопрягаемых поверхностях и в отверстиях изделий должен быть обеспечен дополнительный допуск на толщину покрытия. Для плоских поверхностей допуск должен быть не менее 1 мм.
- 9 Наружную резьбу крепежных элементов рекомендуется нарезать до нанесения покрытия без учета допуска на покрытие. Внутреннюю резьбу выполняют после нанесения покрытия в соответствии с требованиями нормативной документации. Резьбовые соединения после цинкования подлежат повторной калибровке, то есть останутся практически черными.
- 10 Не рекомендуется крепить к продукции металлические бирки. Наличие бирок приведет к увеличению образования наплывов, поскольку они являются дополнительным препятствием на пути стекания цинка. Более того, при извлечении изделий из ванны цинкования, велика вероятность прилипания этих металлических бирок к оцинкованной продукции. Последующее их отсоединение от продукции после застывания цинка приведет к повреждению цинкового покрытия.
- 11 Не допускаются внутри полых изделий остатки дроби, песка, металлической стружки, мусора и т.п., поскольку это приведет к загрязнению ванн химической подготовки и снижению качества цинкования.
- 12 Изделия из чугуна следует подвергать абразивоструйной обработке и обязательному пробному цинкованию.

ВЫБОР ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

Толщиной цинкового покрытия считается среднее арифметическое значение не менее пяти единичных измерений по краям изделия и в середине.

Согласно ГОСТ 9.307 – 2021 толщина покрытия должна быть не менее 40 мкм.

таблица 6. МИНИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЦИНКУЕМОГО МЕТАЛЛА

	Толщина цинкуемого металла, мм	Минимальная толщина покрытия при локальном измерении, мкм	Среднее значение толщины покрытия, мкм
1	До 1,5 включ.	35	45
2	Св. 1,5 до 3,0 включ.	45	55
3	Св. 3,0 до 6,0 включ.	55	70
4	Св. 6,0	70	85
	A	B	C

ПРИ ВЫБОРЕ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ СПЕЦИФИКУ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ:

- Толщина покрытия напрямую зависит от химического состава цинкуемой стали.
- На узлах и элементах металлоконструкций из металла с различающейся толщиной, химическим составом и способом производства толщина цинкового покрытия может существенно различаться.
- На длинномерных конструкциях толщина цинкового покрытия может быть различной.
- На крупногабаритных, массивных изделиях, изготовленных из стального проката толщиной более 10 мм, образуются толстые покрытия вследствие большего времени нахождения в ванне оцинкования.

ДЕФЕКТЫ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ




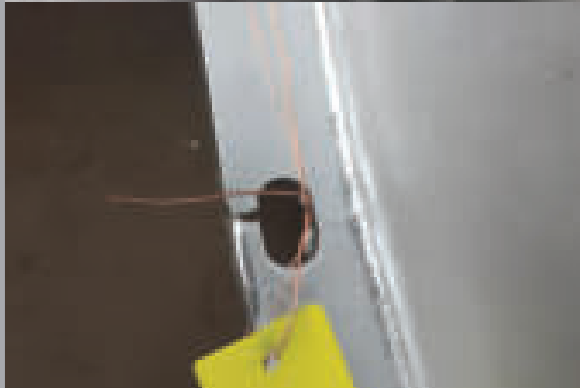
таблица 7.

Вид брака	Причины возникновения	Пример
1	1.1. Наличие смазки, мазута	
2	1.2. Наличие самоклеящихся этикеток	
3	1.3. Наличие маркировки	
4	1.4. Наличие краски	
A	B	C

1.
НЕПРОЦИНКОВКА

Вид брака	Причины возникновения	Пример
<p>5</p> <p>6</p> <p>1. НЕПРОЦИНКОВКА</p>	<p>1.5. Отсутствие технологических отверстий в углах, образованных тремя плоскостями</p> <p>1.6. Неверно расположены технологические отверстия</p>	
<p>7</p> <p>8</p> <p>2. НАПЛЫВЫ</p>	<p>2.1. Нескругленная кромка</p> <p>2.2. Отсутствие технологических отверстий в углах, образованных тремя плоскостями</p>	
<p>9</p> <p>3. ОТСЛАИВАНИЕ ПОКРЫТИЯ</p>	<p>3.1. Неверно подобран химический состав стали</p>	
A	B	C

Вид брака	Причины возникновения	Пример
<p>5</p> <p>6. РЖАВЫЕ ПОТЕКИ</p>	<p>6.2. Соединения внахлест, выполненные прерывистым швом без гарантированного зазора 4 мм</p>	
<p>6</p>	<p>7.1. Отсутствие отверстий в углах, образованных тремя плоскостями</p>	
<p>7</p> <p>7. НАЛИПАНИЯ НА ОЦИНКОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ</p>	<p>7.2. Наличие деревянных чопиков, изолянты</p>	
<p>8</p>	<p>7.3. Наличие смазки, силикона</p>	
<p>9</p> <p>8. БЕЛАЯ РЖАВЧИНА</p>	<p>8.1. Хранение во влажных условиях при ограниченном доступе кислорода и углекислого газа</p>	
<p>A</p>	<p>B</p>	<p>C</p>

Вид брака	Причины возникновения	Пример
<p>1</p> <p>8. БЕЛАЯ РЖАВЧИНА</p>	<p>8.2. Контакт с сильными кислотами и щелочами</p>	
<p>2</p>	<p>9.1. Тонкостенные длинномерные изделия</p>	
<p>3</p> <p>9. ПОВОДКА, РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ</p>	<p>9.2. Отсутствие технологических отверстий для выхода газов</p>	
<p>4</p>	<p>9.3. Невыполнение рекомендуемых мероприятий для снижения внутренних напряжений на стадии изготовления изделий</p>	
<p>5</p>		
A	B	C

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРЯЧЕОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ

1	Строительство	> Промышленные здания, заводы, цеха, склады, погрузочные площадки, навесы, вокзалы, аэропорты
2		
3		> Стадионы, спортивные залы, крытые катки, канатные дороги
4		> Выставочные залы, торговые центры, магазины, автосалоны
5		> Гаражи, мастерские, автостоянки, мотели
6		> Закладные детали
7	Автомобильные дороги	> Дорожные и мостовые ограждения
8		> Металлические мосты
9		> Путепроводы
10		> Осветительные опоры
11		> Дорожные знаки, светофорные стойки, рекламные щиты
12	Железные дороги	> Дорожные и мостовые ограждения
13		> Металлические мосты
14	Энергетика	> Опоры линий электропередач
15		> Электроарматура подвески
16		> Ветроэнергетические установки
17	Связь	> Опоры сотовой связи
18		> Станции спутниковой связи
19		> Приемопередающие антенны
20	Нефтегазовая отрасль	> Ограждения, площадки, катучие лестницы нефтяных резервуаров
21		> Ограждения, площадки нефтегазопроводов
22		> Металлоконструкции нефтяных терминалов, пирсов
23	Сельское хозяйство	> Птичники, коровники, свинарники, конюшни
24		> Элеваторы, силосные башни, навесы
25		> Теплицы
26		> Стойловое оборудование
27	Коммунальное хозяйство	> Осветительные опоры
28		> Системы водо-, тепло-, газоснабжения
29		> Мусорные контейнеры
30	Транспорт	> Рамы, дышла, борта автомобилей
31		> Судовая оснастка, ограждения, трубопроводы
32	Горнодобывающая промышленность	> Элементы шахтного крепления, лестницы, ограждения, площадки, шахтные клетки
33		> Лотковые конвейеры
34		> Трубопроводы
35	Химическая промышленность	> Площадки, помосты, решетчатые настилы, лестницы
36		> Детали приточно-вытяжной вентиляции, холодильных и климатических установок



